

**ZIRNSTEIN, Dr. rer. nat GOTTFRIED**

**(Der nicht begutachtete Text wird noch weiter bearbeitet)**

## **Von Forschung und Entdeckung**

# **Vor allem Naturforscher und Wissenschaftswissenschaftler aus verschiedenen und auch vergangenen Zeiten über die Gewinnung von Erkenntnissen**

**Denen, die durch ihre Demonstrationen im Herbst 1989 die Abfassung dieses Buches überhaupt erst möglich machten.**

**Was man Studierenden naturwissenschaftlicher Fächer vielleicht in Wissenschaftstheorie beibringen sollte.**

### **Inhalt**

1. Einleitung: Wissenschaftsgeschichte und Entdeckungsgeschichte
2. Anregungen für Forschungen. Erkennen von Problemen
3. Fakten. Tatsachen in der Wissenschaft
4. Grundtätigkeiten (Operationen) in der Wissenschaft
5. Hypothesen und ihre Rolle in der Forschung
6. Datenerfassende Forschungsunternehmen, Forschung auf abgesteckten Wegen
7. Unerwartete Entdeckungen, Zufallsentdeckungen, Anomalien
8. Aus dem Entdeckungs - und Forschungsprozeß
9. Ergebnisse, Ergebnisformen der Wissenschaft - Aufnahme wissenschaftlicher Ergebnisse in ein allgemeines Weltbild

10. Prozeßhaftes, Trends, Gesetzmäßigkeiten in der Entwicklung der Wissenschaften
11. Extern-Beziehungen der Wissenschaft und Externe Faktoren der Wissenschaftsentwicklung - Beziehungen der Wissenschaft zu anderen Bereichen der Gesellschaft.
12. Das Persönliche, das Individuelle der Wissenschaftler und deren mögliche Rolle beim Zustandekommen wissenschaftlicher Leistungen

Quellen, Literatur

## 1. Einleitung: Wissenschaftsgeschichte und Entdeckungsgeschichte

Die Lebenszeit des einzelnen ist eng bemessen, bei vielen auch noch von abwegigen Interessen und Ideen durchtränkt, und dennoch haben **etliche Hunderttausend**, Männer und auch Frauen, mit ihren oft geringen persönlichen Beiträgen zum Weltwissen in etlichen Jahrhunderten **ein Wissensgebäude von Großartigkeit** zustandegebracht und auch die Handlungsfähigkeit der Menschen gewaltig anwachsen lassen. Wie kam es im einzelnen dazu? Das ist sicherlich mit das am meisten Faszinierende, was die Menschheitsgeschichte bietet, die "Wissenschaft im Lichte ihrer historischen Entwicklung dargeboten ... und nicht als eine in voller Rüstung geborene Athene" (A. KOESTLER 1966, S. 293).

Die Geschehnisse in der Wissenschaft, über den Weg zu Entdeckungen, haben sich Personen verschiedener Fachgebiete und zu verschiedenen Zeiten der Wissenschaftsentwicklung geäußert. Es gab und gibt Leute, die sich ausschließlich und hauptberuflich mit Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftstheorie befassen. Es wurde sogar gemeint, daß der "Orthowissenschaftler", also beispielsweise der forschende Chemiker, die Wege in seiner eigenen Wissenschaft weniger erfaßt als der "Metawissenschaftler", dessen Forschungsgegenstand die Wissenschaft selber ist und der so wenig ausübender Wissenschaftler zu sein braucht wie der Kunst- oder Literaturhistoriker in eigener Person zu den begnadeten Künstlern gehören muß. Gerade bei Wissenschaftlern, die kritisch an die Erforschung der Wirklichkeit herangehen, ist aber oft auch niveauvolle Reflektion über die eigene

Forschungsarbeit zu finden und ihre Anmerkungen sollten nicht hinter den Überlegungen der Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsphilosophie verschwinden. In den letzten Jahrzehnten wurde Wissenschaftstheorie vor allem im Hinblick auf die neuere Physik betrieben. Das war etwa Biologen oder Geologen und auch Chemikern manchmal kaum noch verstehbar. Gerade ältere Ansichten über Allgemeinfragen der Wissenschaften und gerade auch die der Biologen, Chemiker und Geowissenschaftler können aber zum Nachdenken anregen und sollten nicht verlorengehen.

Es gab schon in älteren Zeiten das Bestreben, Regeln für das Auffinden von "Wahrheiten" und für die "Erfindungskunst" abzuleiten. Manchen auf einem Fachgebiet erfolgreiche Wissenschaftler haben eigene Bücher über die wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung geschrieben, so der Astronom JOHN HERSCHEL (s. 1836), der Physiker und Chemiker Sir W. RAMSAY (1909), der französische Physiologe CLAUDE BERNARD (1865), der spanische Physiologe SANTIAGO RAMON Y CAJAL (1938). Der Physiker Sir ARTHUR EDDINGTON meinte (S. 14), "daß es tatsächlich eine Hilfe beim Suchen nach Wissen ist, wenn wir die Natur des Wissens verstehen, nach welchem wir suchen." Andere Forscher ließen und lassen in ihren fachwissenschaftlichen Arbeiten oder in Briefen an Kollegen Gedanken über die allgemeineren Fragen der Wissenschaft einfließen. So reflektierten der französische Physiologe FRANÇOIS MAGENDIE wie der Biologe CHARLES DARWIN in manchen ihrer Werke oder in Briefen über die Wege zu neuen Naturerkenntnissen. Sie ergänzen die Gedanken der großen Wissenschaftshistoriker, Wissenschaftsphilosophen oder Wissenschaftstheoretiker, zu denen schon FRANCIS BACON, JOHN LOCKE, DAVID HUME gehörten. Im 19. Jh. wurde die Wissenschaftsforschung manchmal schon fast als Spezialdisziplin betrieben, etwa von WHEWELL. Im 20. Jh. wurden von DUHEM, POPPER, ROBERT K. MERTON, THOMAS S. KUHN und zahlreichen anderen Personen die Grundfragen der Wissenschaft und der Erkenntnisgewinnung untersucht, wobei auch gegensätzliche oder manchmal auch manchmal scheinbar sich ausschließende Ansichten gegenüberstanden. Es wurde auch gemeint: Philosophen konstruierten, wie Wissenschaft/science vor sich gehen sollte, Wissenschaftshistoriker zeigten, wie Wissenschaft vor sich ging (D, LEHOUX et al, 2012). Auch konnte jedoch Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftsgeschichte in Personalunion vereinigt sein. **Wissenschaftsgeschichte** als eigenes neues Fach geht in den

USA zurück auf den aus Gent in Belgien stammenden GEORGE SARTON (C. D. HELLMANN 1958) und er wirkte auch auf Europa, wo etwa Medizingeschichte schon Tradition besaß. Erforschen kann die Wissenschaftsgeschichte manches, die Institutionen, das Leben, das heißt die Biographie bedeutender Wissenschaftler, die äußeren Bedingungen des Wissenschaftsbetriebes, das Zustandekommen von Neuem. Besonderem Wert legte SARTON auf die **Geschichte der Ideen**. Heute könnte man auch sprechen von der **Geschichte der Konzepte**. SARTON begründete die noch immer bestehende Zeitschrift für Wissenschaftsgeschichte "Isis", mit dem ersten Heft März 1913. Für längere Beiträge ergänzte er die 'Isis' mit der 'Osiris'.

Wenigstens seit dem Beginn der "Neuzeit" im 16. und 17. Jh. wurde es eine der wichtigsten, ja nach einiger Auffassung die einzige Aufgabe der Wissenschaft, "Neues" zu finden, "Entdeckungen" zu "machen". Ein Wissenschaftler war nicht mehr nur ein "Wissender" (G. BÖHME 1980). "Neues" - das waren bisher unbekannte Dinge, neuartige Befunde, vorher unbekannte Tatsachen, Sachverhalte, auch neuartige Ideen, Hypothesen und Theorien. Die Wissenschaftsgeschichte untersucht, und das ist ihr Vorteil, oft abgeschlossene Entdeckungen. Der Weg zu Entdeckungen ist zu erschließen wie bei jedem historischen Sachverhalt aus Quellen, aus Dokumenten der Vergangenheit. Oft sind diese lückenhaft. Das Zustandekommen wissenschaftlicher Leistungen ist daher oft nicht einfach und nur in Ansätzen zu erschließen. Manche Wissenschaftler veröffentlichten nur die Resultate ihrer Forschung. Andere berichteten auch über den Weg zu ihren Entdeckungen, oft verkürzt und nicht mit allen Umwegen, manchmal sogar offensichtlich falsch. Manchen Aufschluß bieten nichtveröffentlichte Dokumente, so Briefe, Notizen in Laboratoriumsprotokollen, Tagebücher, Aufzeichnung von Gesprächspartnern, Randbemerkungen in benutzten Schriften. Verloren gingen wohl am ehesten während der Forschungen auftretende Bedenken, Einwände, Zweifel - Dinge, die nach einem Erfolg gern geglättet oder verschwiegen, wohl auch vergessen werden. Wie viel Meinung auch des normalen Bürgers entwickelt sich unausgegoren im kleinen Kreise, wissend, daß man das nicht als öffentliches Statement von sich geben muß. Manche Forschungsleistung wurde eingehend untersucht. Von CHARLES DARWIN, dem Begründer der Evolutionstheorie CHARLES DARWIN wurde nahezu jede Notiz, ob in einem seiner Notebooks, ob als Randbemerkung in einem seiner Bücher oder von ihm benutzten Zeitschriften und Sonderdrucken, ebenso jeder Brief von ihm oder an ihn

ausgewertet. Vieles davon ist veröffentlicht. Damit ist weitgehend bekannt, wann DARWIN bestimmte Ideen fand, verwarf, veränderte und mit anderen Gedanken kombinierte. Viel geforscht wurde auch über ANTOINE LAURENT LAVOISIER, den großen Begründer der modernen Chemie in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhundert. Der Weg zu manchen Entdeckungen ist noch wenig bekannt. Um eigene Erfahrungen über das "Forschen" an die Studierenden mitzuteilen wurden in Deutschland namentlich seit dem frühen 19. Jahrhundert gerade die wissenschaftlich tätigen Forscher und nicht allein die nur lehrfähigen zu Professoren, zu Hochschullehrern, berufen (M. RUBNER 1910).

Wissenschaft als Bestreben zu Neuem, gab es in der Geschichte nicht immer und überall. Aber die abendländische Kultur vorwiegend eine "Wissenschaftskultur" (Y. ELKANA 1986). H. MOHR (z. B. 1983, S. 151) formuliert: "Ziel autonomer, theoretischer Wissenschaft ist 'Erkenntnis'. Mit 'Erkenntnis' meint der Naturforscher zuverlässiges, gesichertes Wissen über die Sachverhalte der Welt ("reliable belief", um Tennants Ausdruck zu verwenden); Wissen, das sich empirisch bewährt, indem es Erklärung und Prognose erlaubt; Wissen, auf das ich mich beim theoretischen Argument und beim praktischen Handeln jederzeit und unter allen Umständen verlassen kann; Wissen, das in consensualen Sätzen der scientific community seinen Ausdruck findet.

Ziel der Forschung ist 'Erkenntnisprogreß' - Vertiefung und Erweiterung von Erkenntnis. Forschung orientiert sich seit jeher an der 'Wahrheit' als einer regulativen Idee. Die Arbeit des Naturwissenschaftlers wurde und wird von der Überzeugung getragen, daß es einen an das 'wissenschaftliche Ethos' und an die 'wissenschaftliche Methode' gebundenen Erkenntnisprogreß gibt, der uns der Wahrheit über die Welt näher bringt."

Zu den Ursachen der Entstehung von Wissenschaft gab es die Ansicht, daß sie nur dem Zwang nach rationeller Herstellung von materiellen Produkten für die Sicherung der Lebensbedürfnisse entspringt. Andere halten wohl zu Recht dafür, daß der Mensch zur Reflexion fähig ist und solche Reflexion ein menschliches Grundbedürfnis darstellt (W. BÜCHEL 1975, S. 135). Gefragt wurde auch, so von GERNOT BÖHME (etwa 1980), ob die bestehende Wissenschaft die einzig mögliche und überhaupt die den Menschen am besten dienende, die sinnvollste Wissenschaft ist, ob es "Alternativen" dieser Wissenschaft gäben könnte, die ausgezeichnet wäre durch Unverständlichkeit für viele, Unterwerfung fordernd, viel Alltagswissen entwertend.

Zu beachten wäre: Von einem Gelehrten irgendwann getroffene Aussagen müssen nicht dessen lebenslange Meinung sein.

## 2. Anregungen für Forschungen. Erkennen von Problemen

### **Problem vor aller als objektiv zu sehenden Wissenschaft: Grundsätzliches zur Erkenntnisfähigkeit des Menschen von psychologischer und biologischer Warte**

Die Anerkennung von Hypothesen sowie grundsätzlich die Anerkennung von Wissen wurde auch davon abhängig gemacht, wie die Erkenntnisfähigkeit des Menschen einzuschätzen ist. In der Geschichte des menschlichen Denkens wurden dazu unterschiedliche, ja sich widersprechende Auffassungen entwickelt. Die 'naive' Wissenschaft, der **'naive' Realismus** glauben, oft ohne zu hinterfragen, daß die Welt im menschlichen Gehirn zumindestens in wesentlichen Zügen richtig abgebildet wird. Früh in der Geschichte des menschlichen Denkens, schon in der Antike, gab es jedoch auch die überdenkenswerte Auffassung, daß dem einzelnen Menschen **nur das eigene Denken real sein kann**. Im Kopfe des Menschen besteht zwar ein Bild, aber es müsse nicht der realen Außenwelt entsprechen. Was, so wurde gefragt, versteht man von der Welt, ja versteht man von den Ansichten und Einsichten anderer Menschen, mit denen man kommuniziert? Der Mediziner und geniale junge Dichter GEORG BÜCHNER läßt seinen 'DANTON' sagen, indem dieser sich an seine Stirn faßt: "Da, da, da, was liegt hinter dem? Geh, wir haben grobe Sinne. Einander kennen? Wir müßten uns die Schädeldecken aufbrechen und die Gedanken einander aus den Hirnfasern zerren." Aber auch dieses letztere führt nach den Erkenntniskritikern nicht weiter, denn das Gehirn gehört zur objektiven Welt, die man vom Standpunkt der subjektiven Denktätigkeit her bezweifeln kann. Es wurde überlegt, ob die vermeintliche Realität nur aus dem Denken des Subjekts besteht, daß die Welt die Welt von einem Subjekt mit allen Ereignissen, ob schrecklich oder erfreulich, nur geträumt wird. Nur der Traum eines Subjekts wären dann die feindlichen oder erfreulichen Mitmenschen, die Eltern, die Ehefrau und die Kinder, ebenso die Wissenschaft. Wäre das **"Das Leben ein Traum"**, wäre auch die Existenz eines Gehirns nur ein Traumbild, ebenso der Tod nur Traum und nicht reales Ende einer physischen Existenz sowie alle Wissenschaft nur eine vorgestellte Phantasmagorie. Wirklich wäre nur der Traum. Auch wenn der einzelne in dieser Vorstellung von dem "Leben als

Traum" leben würde, so könnte er wohl dennoch einigermaßen sinnvoll handeln, denn Forschungstätigkeit wäre eben dann ein Teil dieses Traumes. Die **Existenz einer realen Außenwelt mag streng genommen unbeweisbar** sein. Es wird doch wohl gerade auch in der Wissenschaft und ebenso in den Geisteswissenschaften von der Existenz einer realen Welt mit darin für einige Zeit lebenden und die Welt wahrnehmenden Wesen, eben den erkennenden Menschen, ausgegangen werden müssen. Der tiefgehende 'Glauben' an die Realität der Welt wird von eher vernünftigen Gelehrten als nicht vom Menschen erfunden betrachtet (Y. ELKANA 1986, S. 34). Y. ELKANA meinte, daß um "schöpferisch über die Welt nachdenken zu können,... irgendeine Art von realer Welt anzunehmen" ist (S. 36). Früher, 1905 (S. 11) etwa, spottete der Physiker LUDWIG BOLTZMANN über die als Solipsismus oder "Philosophischer Idealismus" bezeichnete Auffassung von dem allein mir, dem "Subjekt" zukommenden und allerdings direkt von Gott eingeflößten Erkenntnis, wie sie BERKELEY vertrat und meinte über diesen Philosophen "dem man nachrühmt, der Erfinder der größten Narrheit zu sein, die je ein Menschenhirn ausgebrütet hat, des philosophischen Idealismus, der die Existenz der materiellen Welt leugnet", dem vom üblichen 'Idealismus' so verschiedenem. Der Biochemiker ROBERT ROBINSON sagte vor Erörterungen über die Grenzen menschlicher Erkenntnis (1955, S. 434): "Leaving aside philosophical dubieties about realities", um erst auf diesem Boden sinnvolle Diskussion aufzunehmen.

Der wenn auch nicht totale, aber in Teilen mögliche **Konsens über wissenschaftliche Wahrheit** zwischen den verschiedenen Gelehrten wird auch als Beweis für **richtige Momente in der Erkenntnis** angesehen. Sofern man nicht das und anderes auch als Traumbild des einzelnen abtun will. Man kann alles als subjektiven Empfindungstraum abtun, auch das Ansetzen von Folterwerkzeugen an den eigenen Körper und zuletzt vielleicht noch das tödliche Dahinschlummern, Das war es dann. Aber so kommt niemand weiter. Wenn es regnet, spannen so viele Menschen einen Regenschirm auf, daß bei ihnen allen wohl dieselben oder sehr ähnliche Wahrnehmungen und Empfindungen aufgetreten sind, wenn man sie denn als real ansieht, so wie man auf Entdeckungen ausgehende Forschung vielleicht doch als solche betrachtet.

Wunderbar erschien es nachdenklichen Geistern dennoch, daß die Welt oder wenigstens Teile von ihr begreifbar sind. "Das ewig Unbegreifliche an der Welt", meinte EINSTEIN (zitiert aus PH. FRANK 1979, S. 14), "ist ihre Begreiflichkeit". GOETHE hatte gemeint (s. 1949, S. 8): "Unsere Meinung ist,

daß es dem Menschen gar wohl gezieme, ein Unerforschliches anzunehmen, daß er dagegen aber seinem Forschen keine Grenze zu setzen habe".

Es wurde früh erörtert, **was wir von den Dingen** über unsere Sinneseindrücke **erkennen**. Was sind die Dinge wirklich? Ausfluß von Ideen, wie im Athen des 4. Jh. v. Chr, bei PLATO(N)? Trugbilder wie im 17. Jh. bei BACON? Es war wenigstens für die Realwissenschaften, bei Anerkennung einer real existierenden Welt, deutlich, daß Wissen über die realen Dinge **über Sinneseindrücke** gewonnen wird. Die den Umbruch in den Wissenschaften begleitenden Philosophen im 17. und 18. Jh. haben immer wieder diskutiert, wie sicher die über die Sinneseindrücke aufgenommenen Empfindungen sind. Es war eine alte, schon aristotelische Maxime, daß der Tastsinn der erste und verlässlichste unter den 5 Sinnen ist, während die gerade Licht- und Schallempfindungen, vermittelt durch kompliziert gebaute 'Sinnesorgane' viel weniger sicher zu sein schienen. DAVID HUME im England des 18. Jh. stellte sogar die Existenz einer Kausalität in Frage, sah sie ausgebildet nur durch die Gewöhnung an die Wiederholung von gewissen Ursachen und Wirkungen, die aber nicht notwendig sein müßten. IMANUEL KANT und andere, vor allem KANTs Anhänger, leugneten nicht die Existenz der Welt, der außerhalb des Menschen real existierenden Wirklichkeit. Aber es wurde angenommen, daß diese Welt nur partiell und verzerrt aufgenommen wird. Der Geist hätte eine solche Struktur, daß er mit bestimmten "**Kategorien**", so der von Raum und Zeit sowie der Kausalität, **die Wirklichkeit ordnet**, unabhängig von ihrer "wahren" Struktur, ihrem "wahren" Wesen. Ob die Welt real dreidimensional strukturiert ist, bliebe dann offen. Erkannt würde nicht "das Ding an sich", sondern die über die Sinnesorgane dem Gehirn übermittelten und von ihm in der gehirneigenen Weise strukturierten und geordneten Dinge.

Während viele Forscher in der Neuzeit sich über diese Probleme kaum aufregen und in Chemie, Geologie, Mineralogie, Astronomie, Zoologie, Botanik und anderen Wissenschaftsdisziplinen ihrer Beschreibung, Klassifizierung, auch Ursachenforschung nachgehen, hat die Frage nach der Erkenntnisfähigkeit gerade in den Anfängen der modernen Wissenschaften sehr im Mittelpunkt des Denkens gelegen, wurde oft eher in der Philosophenstube als im Laboratorium erörtert. Warum was das so? Manche Studierende der Naturwissenschaften von heute lieben die Philosophieprüfung gar nicht.

Die Auffassungen von der **Sinnesphysiologie**, wie sie über den Lichtsinn im 19. Jh. HERMANN VON HELMHOLTZ und EWALD HERING gewannen oder



ebenfalls HELMHOLTZ über das Gehör, gaben eine gewisse Vorstellung von der Gebrochenheit, in der die Dinge der Welt im Gehirn erscheinen müssen. Lichtwellen, meistens reflektierte, sprechen bestimmte Zellen in der Netzhaut des Auge an, vor allem chemisch durch den Zerfall von lichtempfindlichen Substanzen, und die in den Zellen ausgelösten Reaktionen werden durch die Nervenbahnen dem Gehirn übermittelt und werden hier "bewußt". Das Licht selbst dringt also überhaupt nicht in das Gehirn ein. Ebenso führen die longitudinalen Schallwellen zu einem Mitschwingen bestimmter Teile im Innenohr und das wird bestimmten Gehirnzellen über Nervenenerregung mitgeteilt. Immerhin darf bei dieser Auffassung der Dinge erwartet werden, daß die verschiedenen Menschen einigermaßen gleich reagieren und sich daher auch über die Sinneseindrücke unterhalten, verständigen können. Die Welt würde zwar als Konstrukt des Gehirns gesehen, jedoch von allen Menschen vergleichbar. Natürlich kann man nicht wirklich mitempfinden, was im Gehirn eines anderen Menschen "empfunden" wird, nur gewisse Daten können mit Meßgeräten festgestellt werden. Von dem englischen Philosophen HERBERT SPENCER stammt der Vergleich (den F. NANSEN 1903, S. 292 anführt), daß Versuche, eine Hand mit 5 Fingern in einen Handschuh mit nur 4 Fingern hineinzuzwängen, genau der Schwierigkeit gleicht, "einen entwickelten oder zusammengesetzten Begriff in einen Geist hineinzubringen, der nicht eine entsprechend zusammengesetzte Aufnahmefähigkeit besitzt". Wissenschaft fände dann nicht ein 'wahres' Bild der Dinge, sondern schüfe ein 'Konstrukt', das aber erlaubt, sich in der Welt zurechtzufinden. Nicht alle offenbar vorhandenen Wesenheiten können jedoch die Menschen mit ihren Sinnesorganen wahrnehmen. Zahlreiche Tiere reagieren auf Reize, die bei Menschen im Gehirn keine bewußt werdende Empfindung auslösen. Gewisse Insekten reagieren auf Ultraviolettlicht, für den Menschen mußte dessen Existenz mühsam über einige ihrer Wirkungen erschlossen werden, obwohl etwa durch die Hautbräunung ihre allgegenwärtige Existenz angezeigt wird. Auch die radioaktiven Strahlen, die durchaus Verbrennungswirkungen haben, mußten durch Wirkungen, wie sie in speziell konstruierten Apparaten (Spinthariskop, Geiger-Müller-Zählrohr) auftreten, erfaßt werden. Die verschiedenen Lebewesen müssen, worauf JAKOB JOHANN Baron VON UEXKÜLL (F. BROCK 1934) aufmerksam machte, die Welt gemäß ihren unterschiedlichen Sinnesorganen ganz unterschiedlich wahrnehmen, "besitzen" damit ihre eigenen "Umwelten". Der Mensch aber besitzt eben als Ergänzung seiner Sinnesorgane seine technischen Apparate und hat so die Fähigkeit der Wahrnehmung erweitert.

Über angeborenes Verhalten, die Dinge der Welt in bestimmter Weise zu "sehen", zu ordnen, wurde noch manchmal debattiert, wenn auch zunächst kaum mit ausreichenden Begründungen. Der Physiker ERWIN SCHRÖDINGER etwa äußerte 1944 (s. 1951, Vorwort): "Wir haben von unseren Vorfahren das heftige Streben nach einem ganzheitlichen, alles umfassenden Wissen geerbt." Zwischen der gegenwärtig notwendigen Spezialisierung und diesem Streben nach Ganzheitlichkeit gerate der Menschegeist in ein Dilemma, dem SCHRÖDINGER durch seine Betrachtung der lebenden Zelle "mit den Augen des Physikers" mit begegnen wollte, in der anregenden Schrift "Was ist Leben?" Mit der Deszendenztheorie (Evolutionstheorie) wurde auch das **"Erkenntnisvermögen"** des Menschen als eine in der Evolution zum Menschen entstandene Eigenschaft betrachtet. Die vorgegebene Weise die Welt zu sehen, in bestimmten "Kategorien" zu denken, wöollte ein **Ergebnis der Evolution** sein. Da die Evolution von den verschiedenen Forschern auf unterschiedliche Ursachen zurückgeführt wurde, sah man die Entstehung des Erkenntnisvermögens jedoch unterschiedlich. HERBERT SPENCER führte den Apriorismus auf die "Vererbung erworbener Eigenschaften" zurück. Was die Vorfahren noch mühsam erdenken mußten, "vererbte" sich schließlich, wurde eine angeborene, erbliche Ansicht. Die im 20. Jahrhundert akzeptierte "synthetische Theorie" führte die angeborenen Erkenntniskategorien in letztlich darwinistischer Weise auf Mutabilität und Selektion zurück und mündete in die **"Evolutionäre Erkenntnistheorie"**, wie sie unter den Biologen KONRAD LORENZ (1941) und RUPERT RIEDL entwickelten. Jene Wahrnehmungs- und Erkenntnismöglichkeiten, die das Überleben sicherten, blieben erblich erhalten. Ein Affe, der nicht die ererbte Fähigkeit hatte, beim Sprung zum nächsten Baum richtig zuzugreifen, war ein toter Affe. Die Erkenntnisfähigkeit mußte aber nur die Umwelt, in der ein Wesen lebte, in der es sich betätigte, richtig erfassen. Nicht auf die Erfassung der 'Unendlichkeit' wurde ausgelesen, sondern auf die Erfassung der 'Mesowelt', die das menschliche Handeln bestimmende Welt. Daß offenbar mehr möglich wurde und auch über den Mikrokosmos und die Weiten des Weltalls gewisse Vorstellungen gewonnen wurden, kann vielleicht damit erklärt werden, daß die Erfassung der Normalwelt eben Leistungen verlangte, die auch zu mehr befähigen. Der Begriff 'Mesowelt' könnte wohl insofern mißverständlich sein, als er "Mitte" bedeutet, aber nicht klar sein kann, ob wir uns nun in iner "Mitte" befinden. Wie weit reicht es nach dem Großen und nach dem Kleinen? Einem höheres Wesen, von irgendeinem noch nicht in dieser

Weise erkanntem Stern, würde die Erkenntnisfähigkeit des Menschen vielleicht vorkommen wie uns die einer Graugans oder eine Robbe, auch in seinen Vorurteilen und seinem 'vorausgehendem Gehorsam' auch gegenüber der finstersten Macht.

Alle diese Vorstellungen sind bei der 'Beurteilung' der Richtigkeit von Hypothesen keienswegs belanglos, auch wenn etwa Chemiker, Biologen und Historiker ohne solche Überlegungen doch brauchbare Ergebnisse gewannen und ihre Beurteilung von Hypothesen auf andere Kriterien, so die Widerspruchsfreiheit oder die Einfachheit, gerichtet ist. Selbst wenn die Welt nur ein Bild ist, kann man dieses eben erforschen. Und der Naturforscher, der begrenztere Probleme löst, konnte sich sowieso nicht fortwährend Überlegungen und Zweifeln über die Realität der Außenwelt hingeben, sondern dachte wie der Genetiker CURT STERN (1970, S. 907): "... confess my belief in a reality of the external world however inexhaustible in character and however incompletely represented at any stage of its recognition."

Der Forscher, der an die reale, von seiner Person unabhängige Welt glaubt, soll hier Wort gegeben werden!

### **Bedeutung von Problemstellungen für Entdeckungen**

Wissenschaftliche Forschungen und auch Anwendungen begannen oft mit dem **Sehen eines Problem**, oftmals gefaßt als Frage. Etwa galt es die Existenz oder Nichtexistenz einer Tatsache nachzuweisen, eine Korrelation zwischen verschiedenen Sachverhalten zu überprüfen, bedingende Faktoren aufzuklären.

Eine klare Problemstellung findet sich etwa bei JOSEPH PRIESTLEY, um 1770 Entdecker zahlreicher Gase. Er fand, daß Tiere in einem abgeschlossenen Raum die Luft so "verschlechtern", daß sie umkommen. Als Problem (J. PRIESTLEY 1775, Vol. I, S. 70) erkannte PRIESTLEY, daß die offensichtlich schon lange bestehende Lufthülle der Erde jedoch noch ausreichend Atemluft enthält. Er erwartete, daß es einen Vorgang geben muß, der Luft immer wieder den für die Atmung der Tiere nötigen Zustand zurückzugeben. Das zu finden, gab er in Gefäßen, die durch Tiere verschlechterte Luft enthielten, Gartenerde, faulende Gewächse, schließlich auch Pflanzen mit grünen Blättern. Gefunden wurde, daß grüne Blätter "verdorbene" Luft erneuern: "This observation led me to conclude,

that plants, instead of affecting the air in the same manner with animal respiration, reverse the effects of breathing, ..." (1775, S. 86). Das führte zur Auffindung eines der allerwichtigsten Vorgänge auf der Erde, nämlich die gegenseitige Abhängigkeit von Tieren und Pflanzen im **Gasstoffwechsel**.

Problemstellung und Versuche zur Lösung konnten sich auch so verbinden, daß die Sonderung schwierig ist. Im Umkreis von PRIESTLEY in Birmingham fanden sich bedeutende Gelehrte in der Lunar Society und hier wurde als Problem gesehen, warum nach einem Blitz ein längeres **Donnergrollen** folgt (A. HART-DAVIS 2001), nicht nur ein kurzer Stoß. Ein mit einem explosiven Gasgemisch gefüllter kleiner Ballon explodierte in einiger Höhe, aber in einem ziemlich einheitlichen Knall. Das Problem des längerdauernden Donnergrollens blieb offen.

Es war eine Ehrung, wenn dem 1908 im Alter von 50 Jahren gestorbenen, in Halle wirkendem Botaniker FRITZ NOLL am Sarge nachgerufen werden konnte: "Es war ihm gegeben, Probleme zu sehen, wo Andere sie nicht vermutet hatten, die Fragestellung zu finden, die Methoden, die Punkte, bei denen die Hebel der Forschung angesetzt werden konnten" (C. MEZ 1908, S. 102).

**Würde nicht mehr gefragt**, würden keine Probleme mehr erkannt, käme die Wissenschaft zum **Stillstand**. Dann scheint alles "klar" zu sein. Es braucht nur noch das vermeintlich Bestätigte gelehrt werden. Das soll die Notwendigkeit der Weitergabe des bereits Erkannten, die Tradierung der wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht in Abrede stellen. Aber bisher erschienen mit voranschreitender Forschung immer neue Probleme. Selbst, wenn alles "klar" scheint, sollten selbst vermeintlich gesicherte Ergebnisse immer einmal wieder kritisch betrachtet werden. Ein "kritisches Bewußtsein von Alternativen", schrieb Y. ELKANA (1986, S. 74), sei in der Wissenschaft höchst wünschenswert. Ohne das Denken in Alternativen könnten nie bessere Lösungen gefunden werden. Und in der alternativlosen Religion?

### **Herkunft von Problemen**

Probleme werden oft auch im **Alltag** gesehen. Es werden Fragen gestellt. Kinder fragen, warum etwa manche Schnecken ein Haus tragen, andere nicht, warum die Sonne und die Sterne leuchten. Schon in weit zurückliegenden Zeiten wurde

nachgedacht über die Ursachen von Krankheiten oder vor allem auch über den **Ursprung der Dinge**, der Weltkörper, der Lebewesen, des Menschen. Die Herkunftsfrage wurde schließlich beantwortet etwa mit immer wieder tradierten Mythen. In den Großreligionen wurden dann die Antworten für verbindlich erklärt und Zweifler oft schwer bedroht.

Entstammen Probleme dem Alltag, etwa aus der Tätigkeit der Ärzte oder Techniker, sind sie von der Wissenschaft her gesehen "**exogen**". Probleme erscheinen aber oft während wissenschaftlicher Forschung auf, sind dann "**endogen**" (H. MOHR 1982, S. 146). Letzteres etwa als Folgerung von Theorien.

Um ein Problem zu erkennen sind in den Naturwissenschaften **vorangegangene Wirklichkeitserfahrungen** wohl erforderlich. In der Mathematik mag das anders sein. Etwa für das Nachdenken über den freien Fall reichte anfangs vielleicht aus, ab und zu fallende Körper gesehen zu haben. Aber es bedurfte sicherlich mancher Erfahrung in der physiologischen Chemie, damit CARL NEUBERG, Mitbegründer der Biochemie, 1913 (S. 570) feststellte: "Ein Blick auf die Formel des Traubenzuckers und seiner Vergärungsprodukte zeigt ohne weiteres, daß ein glatte Einsturz des Glukosemoleküls zu den Trümmern Alkohol und Kohlensäure nimmermehr führen kann." Beim Abbau des Traubenzuckers zu Ethanol und Kohlendioxid im Organismus waren also mehrere "Zwischenprodukte" zu erwarten und sie aufzusuchen, den "pathway" zu finden, wurde eine mehrere Forscher erfordernde Forschungsaufgabe, geleistet etwa vor allem von MEYERHOF, EMBDEN und PARNAS,.

Folgende Beispiele sollen nicht zu einer Systematierung der Prolemherkunft führen.

Aus **menschlicher Sorge**, wegen der Lungen-Tuberkulose seiner Tochter, zog der nicht unbegüterte Königsberger Kaufmann CARL DORNO (W. MÖRIKOFER 19) 1904 mit der Kranken in den Schweizer Lungenkurort Davos und wurde dort von der Frage bewegt, auf welchen Faktoren die Heilwirkung des Hochgebirgsklimas beruht. Aus eigenen Mitteln gründete er 1907 das Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos und fand als den wirksamen heilenden Faktor in der **Ultraviolett-Strahlung**, damals sogar Dorno-Strahlung genannt. Sie wurde dann für die Strahlentherapie auch künstlich erzeugt. Einmal in die Forschung eingestiegen, bewegten ihn nunmehr rein wissenschaftliche Fragen.

Ein **aus technischen Befunden** entstandenes **Problem** war die offensichtliche Reflexion der Radiowellen in der Hochatmosphäre, wie es MARCONI 1901 feststellte, als er zwischen einer Station an der europäischen Atlantikküste und einer in Neufundland in drahtlosen Kontakt treten konnte. Warum wurden die Radiowellen nicht geradlinig ins Weltall abgestrahlt? Es gab es also eine technische Leistung, die theoretisch nicht deutbar schien. Die theoretische Erklärung, die Existenz einer ionisierten Schicht in der Hochatmosphäre, "wurde von den Fachleuten nachgeliefert" (A. P. SPEISER 2001). Das war ein Weg in die Hochatmosphärenforschung.

Eine aus **wissenschaftlichen Befunden** hervorgehende Problemlösung war die Entdeckung des **Blutkreislaufs** durch WILIAM HARVEY (1628) (G. ZIRNSTEIN 1977). Um 1600 hatte der Anatom FABRICIUS DA AQUAPENDENTE an der Universität Padua in einer eigenen kleinen Schrift eingehend die Venenklappen, segelartige Gebilde in den Venen auch des Menschen, beschrieben. Dem damals in Padua studierenden HARVEY wurde bei der näherer Betrachtung der Venenklappen offensichtlich klar, daß in ihnen das venöse Blut nicht gemäß der bisher geltenden Blutverteilungslehre des GALEN körperwärts fließen kann, sondern herzwärts strömen muß. Das bedeutete, ein Problem, daß die Blutbewegung im Körper neu durchdacht werden mußte. HARVEY kam zu der Hypothese von einem Kreislauf des Blutes (W. PAGEL 1967, 1976), die es zu beweisen galt. Aus der Annahme des Blutkreislaufs ergaben sich weitere Probleme, so die nach dem Antrieb der Blutbewegung, und für andere nach dem Blutdruck, der Fließgeschwindigkeit und für die Weiterentwicklung der Physiologie übte die Entdeckung des Blutkreislaufs fast wissenschafts-katalytische Wirkung aus.

**Beobachtungen in der freien Natur** oder die Natur wenigstens als Erstanreger führte gerade Geologen oder Paläontologen, auch Zoologen und Botaniker zu manchen neuartigen Einsichten Aus Naturbeobachtungen stammt die **Blütenökologie**. Der Lehrer CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL (1793, Einleitung) (R. MITTMANN 1893) in Spandau bei Berlin fand, wie er mitteilt, im Sommer 1787 bei der aufmerksamen Betrachtung der Blüte des rötlich blühenden Waldstorchschnabels (*Geranium sylvaticum*), "dass der unterste Theil ihrer Kronblätter auf der innern Seite und an den beiden Rändern mit feinen und weichen Haaren versehen war." Daraus ergab sich ihm: "Ueberzeugt, dass der

weisse Urheber der Natur auch nicht ein einziges Härchen ohne eine gewisse Absicht hervergebracht hat, dachte ich darüber nach, wozu denn wohl diese Haare dienen möchten." SPRENGEL zog die Schlußfolgerung, daß die Härchen zum Schutz des Saftes in der Blüte dienen, ein Saft, der Insekten anlockt, und Insekten mußten angelockt werden, damit sie Blütenstaub von Blüte zu Blüte übertragen. **Blütenökologische Beobachtungen**, vorgenommen auch an einzelnen Blüten, das gab es reichlich bei DARWIN, seinem im südlichen Brasilien lebendem Briefpartner FRITZ MÜLLER (P. H. BARRET 1977 II, z. B. S. 211) und zahlreichen anderen.

**Lektüre** führte bei dem französischen Zoologen JEAN HENRI FABRE (1950) so zum Nachdenken, der er Forschungen durchführte in diffiziler Beobachtung ab etwa der 1860er Jahre über das oft schwierig erfaßbare Verhalten von Insekten. Darunter war das Verhalten der Sandwespen/*Ammophila*, welche Raupen durch einen Stich in das Nervensystem lähmen, die Raupen in kleine Gruben in Sandboden bringen, dort ein Ei daran legen und die gelähmte, aber noch lebende und so frisch bleibende Raupe einer Sandwespenlarve zur Nahrung dient. Er teilte mit (dtsch. 1950, S. 14): "Für jeden Menschen gibt es - je nach Art seiner Gedankenwelt - ganz bestimmte Bücher, die in bedeutungsvoller Weise dem Geist noch nie geahnte Horizonte aufzeigen. Weit öffnen sich da die Tore zu einer neuen Welt, wo sich von nun an die geistigen Kräfte tummeln: die Bücher sind wie Funken, die die Flammen im Herd entfachen, während ohne sie das Brennmaterial völlig nutzlos liegen bliebe. ... Ich vergaß ... das bittere Elend meines Lehrerdaseins" und er wurde Privatforscher.

Chemiker untersuchten aus der **Natur** entnommene Materialien im **Laboratorium** und ließen sie miteinander reagieren.

Selbst die so sehr als Laboratoriumswissenschaften erscheinenden **Physik und die Chemie** fand bis in neue Zeit manche **Anregung in der freien Natur**. Der Chemiker und Physiker ROBERT BUNSEN unternahm im Sommer 1846 eine Reise nach Island und wurde angeregt, die periodischen Ausbrüche der **Geysire** (Geysire) zu erklären. Er konnte das im Modell nachahmen (G. LOCKEMANN 19, S. G. SCHACHER 19). Der Physiker RUDOLF CLAUDIUS, bekanntgeworden durch den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, begann seine Laufbahn als Physiker mit der Frage nach den Ursachen der **Himmelsbläue** und der **Morgen-und Abendröte** (E. E. DAUB 19, M.

REINGANUM 18). Die blaue Farbe des Himmels führte CLAUSIUS auf die bevorzugte Reflexion der blauen Lichtstrahlen an den in der Atmosphäre vorhandenen Wasserbläschen zurück. Der Inder Sir CHANDRASEKHARA VENKATA RAMAN (S. BHAGAVANTAM 1971) besuchte 1921 Oxford und bei der Fahrt durch das Mittelmeer war er von dessen blauer Farbe beeindruckt und suchte ebenfalls nach einer Erklärung. So erforschte er die Lichtstreuung in flüssigen, festen und gasförmigen Medien und fand 1928 den nach ihm benannten **Raman-Effek**, für dessen Entdeckung ihm 1930 den Physik-Nobelpreis verliehen wurde. Der Raman-Effekt beruht darauf, daß ein Teil des gestreuten Lichts eine andere Wellenlänge und damit eine andere Farbe als das einfallende Licht aufweist. Diese Veränderung ist bei verschiedenen Substanzen unterschiedlich und gibt Aufschluß über deren molekularen Aufbau. Als naturbegeisterter Meteorologe begann CHARLES THOMSON REES WILSON (1927 / 1965) (G. L' E. TURNER 1976), der mit der nach ihm benannten "**Nebelkammer**" das für etliche Zeit wichtigste Instrument schuf, um Partikel aus dem Zerfall von Atomkernen und deren Reaktionen sichtbar zu machen. WILSON war Beobachter auf dem Gipfel des höchsten Berges von Schottland, dem 1343 Meter hohen Ben Nevis gewesen, begeisterte sich an den Nebelbildungen und konstruierte 1895 einen Apparat zur Nachahmung der Wolkenbildung. Ließ er auf unterkühlten Wasserdampf Röntgen-(X-) Strahlen oder radioaktive Partikel einwirken, erhielt er dünne Kondensstreifen, die er ab Ende 1910 auch fotografieren konnte. Die Wilsonsche Nebelkammer wurde zu einer der wichtigsten Apparate der Radioaktivitätsforschung.

Dem Physiker (V. WEISSKOPF 1991) wird das Kräuseln der Wasseroberfläche mit einer bestimmten Länge der Wasserwellen auf einem See bei aufkommender Brise ebenso zum Problem wie die Größe der Regentropfen.

Für die Ausbildung junger Menschen wäre zu fragen, welches Erfahrungswissen und welche Welterfahrungen sie gewinnen müßten, um irgendwo Probleme zu finden. Der Weitgereiste wird möglicherweise mehr Probleme erfassen als derjenige, der niemals aus seiner Heimat herauskam, obwohl auch das nicht sein muß, wie der im wesentlichen an einem Ort bei Orange in Süd-Frankreich, in Sérignan rings um sein Haus an Insekten forschende FABRE bewies.

### **Forschungserfolg durch Erfassung lösbarer und auch wichtiger Probleme**



Ein zu einer Zeit unlösbares Problem mag Anregung zum Nachdenken für fernere Zeiten oder zu philosophischen Spekulationen geben, aber kann keinen Ruhm in den exakten Wissenschaften der Zeit bringen. Nobelpreise gibt es nicht für Problemstellungen, sondern für Lösungen oder wenigstens Teillösungen. Jede Wissenschaft hatte Zeiten, in denen zwar bewegende Fragen gestellt und Probleme gesehen wurden, aber die Wege und Mittel zu ihrer Lösung fehlten und das in nutzlosen und nicht weiterführenden Streit enden konnte (P. SITTE 1973). Für den Forscher, namentlich den jungen, ist es daher wichtig, nicht-triviale, jedoch mit den Mitteln seiner Zeit wenigstens teilweise lösbare Probleme zu finden. Sinnvolle Problemstellungen sind Voraussetzung für Erfolge, nicht nur für den Forscher selbst. Der Immunbiologe PETER BRIAND MEDAWAR, neben FRANK MACFARLANE BURNET 1960 Träger des Nobelpreises für Physiologie oder Medizin, schrieb in seinem Essaybuch "Die Kunst des Lösbaren" (hier zitiert nach deutscher Ausgabe 1972, S. 5): "Kein Wissenschaftler wird bewundert, weil es ihm nicht gelungen ist, Probleme zu lösen, die er mit den ihm zur Verfügung stehenden Mitteln überhaupt nicht lösen konnte ... Wenn die Politik die Kunst des Möglichen ist, ist die Wissenschaft - in einem noch viel entschiedenerem Sinne - die Kunst des Lösbaren." Es ist die "Aufgabe" der Wissenschaft, Probleme zu lösen, und nicht bloß mit ihnen zu ringen. Es wäre kein besonders erbauliches Schauspiel, wenn der Wissenschaftler "mit den Mächten der Unwissenheit ringt und verliert." Der Genetiker CURT STERN (1965) wies darauf hin, daß die Biologie nicht mit der Frage beginnen konnte "Was ist Leben?" Erst einmal mußte sie viel bescheidenere Probleme in Angriff nehmen, etwa, wie das Wasser in einem Baum emporsteigt. ERNST MACH meinte (1895 / 1903, S. 306 / 307), daß das Genie "in feinem Vorgefühl manche Arbeit gar nicht beginnen oder nach flüchtigem Versuch aufgeben" wird, "mit welcher der Unbegabte fruchtlos sich abmüht." So bringt das Genie "in mäßiger Zeit zustande, wofür das Leben des gewöhnlichen Menschen weitaus nicht reichen würde".

Es ist im Einzelfall oft nicht einfach zu sagen, was ein jeweils bis zu einem gewissen Grade lösbares Problem ist. In der Mitte des 19. Jahrhundert war eine verständliche Auffassung, daß die Frage nach der Herkunft der Organismen keine sinnvolle Frage ist, mit JOHN HERSCHELs Worten (1836, S. 41): "Aber zum Ursprung der Dinge hinaufzusteigen und über die Schöpfung nachzusinnen, ist nicht das Geschäft des Naturforschers". ALEXANDER VON HUMBOLDT meinte 1845 (S. 367) im "Kosmos": "Die Weltbeschreibung,....

bleibt den dunklen Anfängen einer Geschichte der Organismen fremd." DARWIN bot dennoch eine als wissenschaftliche Theorie annehmbare Lösung. Die Herkunft, die Evolution, das "Historische" (H. DRIESCH 1902), wurde jetzt so sehr Gegenstand der Biologie, daß die Erforschung der aktuellen Vorgänge in den Lebewesen ins Hintertreffen geriet.

Der französische Physiologe FRANÇOIS MAGENDIE wies darauf hin (s. 1839, S. 52): "das Genie entdeckt oft wichtige Wahrheiten dadurch, dass es Gegenstände zu seinen Untersuchungen wählt, die von den meisten übersehen werden." Der Berliner Physiologe EMIL DU BOIS-REYMOND meinte 1897 (S. 5) in seiner Gedächtnisrede auf den genialen Physiker HERMANN von HELMHOLTZ, daß dieser "das unübertroffene Geschick" besaß, "diejenigen Fragen aufzufinden und siegreich zu beantworten, die an jedem Punkte gerade die wichtigsten waren und deren Behandlung den besten Erfolg versprach." HELMHOLTZ selbst bemerkte in seiner "Autobiographie" (zitiert aus ANNA von HELMHOLTZ 1929, 1. Band, S. 89), daß er die Ursache seines Erfolges "wesentlich aus dem Umstande" ableitet, "daß ich durch ein günstiges Geschick als ein mit einigem geometrischen Verstande und mit physikalischen Kenntnissen ausgestatteter Mann unter die Mediziner geworfen war, wo ich in der Physiologie auf jungfräulichen Boden von großer Fruchtbarkeit stieß - und daß ich andererseits durch die Kenntnisse der Lebenserscheinungen auf Fragen und Gesichtspunkte geführt worden war, die gewöhnlich den reinen Mathematikern und Physikern fern liegen."

Fruchtbare neue Fragestellungen gab es auch in jüngerer Zeit gerade in **Grenzgebieten** zwischen verschiedenen Wissenschaften.

Vom **Verrennen in ein** zu einer gegebenen Zeit **nicht lösbares Problem** berichtete WILHELM ROUX in seinem Nachruf auf den Kollegen GUSTAV BORN an der Universität Breslau im Jahre 1900. BORN wollte unter allen Umständen die Ursachen der Geschlechtsbestimmung ermitteln und ließ sich von keinem Mißerfolg abhalten. Aber "nach drei Jahren schwerer Arbeit," urteilte ROUX (S. 257), musste er doch Denen zustimmen, die ihn, gleich dem Verfasser, von Anfang an bedeutet hatten, dass er ein der causalen Analyse zur Zeit nicht zugängliches Thema in Angriff genommen habe." Wenige Jahre später hatte sich diese Sachlage geändert. Der amerikanische Physiologe WALTER BRADFORD CANNON (1945, S. 39) empfahl **Aufgeben** eines Problems, das

sich nach einiger Zeit als nicht oder noch nicht lösbar zeigt, wie er selbst bei seiner Forschung zur Schilddrüsen-Sekretion vorlebte.

Andrererseits wird der Biologe MAX HARTMANN bei K. LORENZ (1953, S. 58) mit der Bemerkung zitiert, "daß kein Biologe je ein Problem in Angriff genommen habe, wenn er sich die Lösung von Anfang an so schwer und kompliziert vorgestellt hätte, wie sie sich nachträglich erwies." Auch manche enzyklopädistische Arbeit, eine Zusammenstellung etwa der Pflanzen der Erde, hat länger gedauert als erwartet oder blieb unvollendet, wie bei DE CANDOLLEs 'Podromus ...' (S. R. MIKULINSKIJ et al. 1980, S. 53).

### **Anregung für Probleme aus nur scheinbar weitgehend bekannten Sachverhalten**

Manche sehen Probleme in in bisher unbetretenen Terrains. Aber man konnte auch in scheinbar bekannten Feldern durch **neue Fragestellungen neuartige Erkenntnisse** gewinnen. Scheinbare Selbstverständlichkeiten gaben bei kritischer Analyse Neues. ERWIN SCHRÖDINGER meinte einmal (1961, S. 26), daß über das Abweichende viele staunen, aber Staunen müsse man auch über das Gewohnte. LOUIS AGASSIZ, der die Gletscherforschung im 19. Jh. eröffnete, wußte, daß an dem von ihm eingehend untersuchten Schweizer Gletscher dort "ein Scheuchzer, ein Saussure..." waren "und nur eine magere Nachlese stand für die Nachfolge solcher Männer zu erwarten! Man glaubte, Alles zu wissen, vergaß darüber die eigenen Zweifel..." (L. AGASSIZ 1841, S. VIII). Aber die genauen Untersuchungen von AGASSIZ und seiner Mannschaft brachten doch völlig neue Einsichten in die Bewegung der Gletscher und anderes. Der Astronom WILLIAM HERSCHEL gab 1800 seine Beobachtung bekannt, daß die Sonnenstrahlen in den verschiedenen Spektralbereichen unterschiedlich wärmen und meinte dazu (S. 255): "It is sometimes of great use in natural philosophy, to doubt of things that are commonly taken for granted", wobei für HERSCHELs Beobachtung hinzukam, daß das für seine Feststellungen nötige Thermometer schon vorlag. HERSCHEL maß dann auch im unsichtbaren Bereich und fand jenseits des Rot, im "Infra"roten, noch mehr Erwärmung

**Neue Sicht auf vielmals gesehene Vorgänge** stand am Anfang der **Verhaltensforschung**, der **Ethologie**. Der Zoologe und auch Berliner Zoodirektor OSKAR HEINROTH fand bei der genaueren Betrachtung von

Wassergeflügel, von Enten und Schwänen, daß die "feineren Lebensgewohnheiten", die Haltung der Flügel, die Art des Putzens und der Vergemeinschaftung und anderes bisher in ihrer Spezifität bei den verschiedenen Arten nicht beachtet wurden. Diese Verhaltenseigenschaften sind jedoch nicht belanglos, sind selbst in Feinheiten angeborene, arteigene Merkmale, für die Artunterscheidung so wichtig wie morphologische Eigenschaften. Der ansonsten bedeutende Ornithologe J. NAUMANN zeigte, wie sich jetzt herausstellte, auf der Abbildung des Singschwans die Flügelhaltung des Höckerschwans, was HEINROTH (1911, S. 590) als "ethologisch etwa dasselbe" ansah, "als wenn man sich bei der Darstellung eines wütenden Hundes eine gereizte Katze zum Vorbild nimmt!" "Ich fand bald", schrieb HEINROTH (1911, 589), "daß in der Literatur von dieser Ethologie so gut wie nichts enthalten ist, und betrat mit meinen Beobachtungen also ein ziemlich unbebautes Feld, in das es erst galt, Richtfurchen zu ziehen." Beobachtung des Verhaltens verlangte nicht nur Zeit und Geduld, es galt auch, das tierische Verhalten zu dokumentieren, wozu die Fotografie, der Film, später auch die Tonaufzeichnung genutzt wurden. HEINROTHs Problembewußtsein wird deutlich, wenn er schrieb (1911, S. 589): "Wenn man die Geheimnisse der Natur aufdecken will, so muß man an sie auch Fragen stellen, hier heißt es so recht: ohne Frage keine Antwort. Gerade diese Fragestellung aber ist es, die wir in unseren Handbüchern meist ganz und gar vermissen; beobachtete Tatsachen werden da gewöhnlich unverbunden neben einander gestellt und häufig in plumpster Weise verallgemeinert." HEINROTHs Ablehnung der bisherigen zoologischen Literatur mag übertrieben sein, denn etwa war vieles bekannt über die Spezifität der Nester vieler Vogelarten, und FABREs Insektenforschungen waren auch große Forschung. Jedoch zeichnen sich Neuerer oft durch vielleicht zu starke Abwertung des bisher Geleisteten aus, was den neuen Gesichtspunkten aber die nötige Aufmerksamkeit zuführt. Etwa zur gleichen Zeit, 1912, hat in England JULIAN SORELL HUXLEY mit seinem Bruder 14 Tage an einem Gewässer mit einem Fernglas das Sexualverhalten des Haubentauchers/ *Podiceps cristatus* verfolgt und sofort aufgezeichnet - ein weiterer Markstein am Beginn der Ethologie (J. R. BAKER 1976). Innerhalb der Verhaltensforschung gab es dann immer wieder neue Fragestellungen über alltägliche Dinge. Der Norweger THORLEIF SCHJELDERUP-EBBE hat erstmals beschrieben (1921), daß auf dem Hühnerhof nicht Frieden herrscht, sondern eine "Hackordnung" besteht. Die Hennen hacken sich nicht wechselseitig gleichartig, sondern jede Henne besetzt eine bestimmte Stufe in einer Rangordnung. Die höherstehenden

hacken nur tieferstehende Hennen, nicht umgekehrt. Bei der Futteraufnahme sind die einzelnen Hennen dadurch bevorzugt oder benachteiligt. KONRAD LORENZ und andere bauten das weiter aus.

Neue Problemsicht wird manchmal von älteren Forschern nicht verstanden. ERNST HAECKEL hatte die teilweise umwegigen Stadien in der Embryonalentwicklung höherer Tieren damit erklärt, daß Stadien der Vorfahren wiederholt, "rekapituliert" werden. Damit war für HAECKEL die Embryonalentwicklung kausal erklärt. Er verstand nicht, wieso die Vertreter einer neuen Forschungsrichtung, der **Entwicklungsphysiologie**, die Wirkung aktueller, also gegenwärtiger Faktoren auf die Embryonalentwicklung untersuchten und in solchen Faktoren zumindestens ebenfalls eine Kausalerklärung der Embryonalentwicklung sahen. Ein Entwicklungsphysiologe wie WILHELM ROUX (1897, S. 6) mußte deshalb gegenüber mißverstehenden Kollegen begründen: "Es bedarf wohl keiner besonderen Begründung, dass trotz des Lichtes, welches durch die Descendenzlehre auf die jeweiligen geformten Resultate der Entwicklungsvorgänge in jeder Phase derselben gefallen ist, diese Vorgänge selber einer speciellen causalen Untersuchung bedürfen".

Nachdem die Floristen in den entwickelten europäischen Staaten alle einheimischen Pflanzen erfaßt und kartiert hatten und ihre Arbeit abgesehen von der Feststellung von Veränderungen abgeschlossen erschien, erkannte allen voran BRAUN-BLANQUET, daß man auch die Stetigkeit des Zusammenvorkommens der Pflanzenarten, die Pflanzen"gesellschaften", erfassen muß und so kam es zur **Pflanzensoziologie** (Vegetationskunde). Die Botanik hatte ihre weitere Existenz gerechtfertigt.

### **Wechselnde Fragestellungen an denselben Gegenständen**

Objekte bleiben, Fragestellungen an ihnen ändern sich. Von großer Änerung in der Fragestellung zeugt es, wenn ARISTOTELES und seine Anhänger nach dem "Sinn", dem "Zweck", dem "Warum" des Fallens fragten und dann die Antwort kam, daß es das Streben nach dem natürlichen Ort ist. Im 17. Jahrhundert wurde es etwa GALILEI bewußt, daß es für das "Warum" der fallenden Körper keine befriedigende Antwort geben kann. Man fragte nun nach dem "Wie", dem Ablauf des Fallvorganges, der Beschleunigung, bescheiden gegenüber der weltumfassenden Fragestellung vorher. Aber man erhielt ein sicheres Ergebnis.

Die Planeten des Sonnensystems und andere **Himmelskörper** waren Beobachtungsobjekt in der Antike und blieben es. Wurden einst nahezu ausschließlich die Bewegungen der Himmelskörper ermittelt, so wurde später, in der Astrophysik, nach den physikalischen Eigenschaften und chemischen Verhältnissen gefragt. Neue Forschungsmethoden, die Analyse des Lichtes, erlaubte entsprechende Aussagen. Im späten 20. Jh. kam die Aussendung von Raumflugkörpern auch nach erdfernen Planeten. Schon ARISTOTELES verfaßte sich mit **Embryonalentwicklung**, und noch heute bietet sie der Rätsel genug.

Innerhalb einer Wissenschaftsdisziplinen sind auch **gleichzeitig** verschiedene Forscher mit unterschiedlicher Fragestellung an die gleichen Gegenstände herangetreten. Sie standen vielfach nicht gleichwertig im Vordergrund. In der Vererbungs-forschung wurde nach 1900 durch führende Genetiker vor allem die Weitergabe, die "Transformation" einzelner, aus dem Gesamtzusammenhang begrifflich herausgelöster Merkmale verfolgt, bis in die 2. und weitere Nachkommengenerationen. Andere wollten eher wissen, wie die Erbsubstanz bestimmte Eigenschaften ausbilden läßt, sahen also das Problem der "Manifestierung" von Erbanlagen. CURT HERBST meinte deshalb in seinen "Vererbungsstudien" (1906), daß nicht wichtig wäre, wie oft Dominanz von Erbanlagen auftritt, sondern wie sie physiologisch zustandekommt. Aber die Erfassung der Weitergabe der Erbanlagen war zunächst das lösbare Problem und wurde seit 1912 in der Schule von THOMAS HUNT MORGAN mit BRIDGE und STURTEVANT auch weitgehend aufgeklärt. Die Genphysiologie, die Wirkungsweise der Erbanlagen, der Gene, mußte warten.

### **Forscherruhm in Abhängigkeit von der Problemwahl**

**Je gewichtiger** ein Problem ist, **desto höher wird der Ruhm für seine Lösung** sein, auch wenn viele Randprobleme gerade für wirtschaftliche Belange ebenfalls gelöst werden mußten. Auch in der Welt der Erfindungen ist der Name des Konstrukteurs der wichtigen Dampfmaschinen, der neuen Energiemaschinen, der von JAMES WATT, nahezu jedermann bekannt, im Unterschied zu vielen Erfindern anderer Dinge. Etwa der Biochemiker OTTO WARBURG wandte sich bewußt nur Problemen zu, die Beachtung finden mußten, denn, wie er fast brutal sagte, wichtige Probleme erfordern auch nicht mehr Arbeit als unwichtige, aber bringen wesentlich mehr an Ansehen ein. Der Nobelpreis blieb denn auch für O. WARBURG nicht aus und kam 1931.

Eher **unscheinbaren Problemen** ging der Jenaer Botaniker der HAECKEL-Zeit ERNST STAHL nach. Etwa die Blattstellung von Pflanzen gegenüber dem Sonnenlicht mußte auch einmal erforscht werden und ging in die Lehrbücher der Botanik ein, mehr losgelöst vom Namen STAHLs. Über STAHL hieß es bei dem Kollegen H. KNIEP (1919, (101) (102): "war nicht nur im Leben, sondern auch in seiner Wissenschaft Meister in der Beschränkung; auf manche ihm lieb gewordene Idee verstand er zu verzichten und verfiel nicht in den Fehler der Kritiklosigkeit, der so vielen ideenreichen Köpfen eigen ist, die es nicht über sich gewinnen können, ihre Ideen aufzugeben, wenn sie nicht zu den Beobachtung stimmen. Er jagte nicht den großen Problemen nach, aber er fand sie - im Kleinen. Sein in gewissem Sinne naiver Forscherblick sah in dem Alltäglichen, an dem der Durchschnittsmensch achtlos vorübergeht, die Rätsel. Darin lag seine Größe als Forscher".

### **Problemandeutungen für die Zukunft**

Die Durchsicht von wissenschaftlichen Arbeiten zeigt, daß **zu allen Zeiten Probleme angedeutet** wurden, welche die Verfasser selbst nicht lösen konnten oder nicht mehr lösen wollten, welche aber für andere Forscher wichtige **Anregungen bieten** konnten. Der Kieler Botaniker JOHANNES REINKE meinte in seiner Autobiographie (S. 390) sogar: "Wissenschaft besteht nicht nur in Tatsachen und deren Beziehungen, sondern auch in Problemen; ..." Dem italienischen Experimentalbiologen LAZZARO SPALLANZANI (1780, S. 59) war schon im 18. Jh. aufgefallen, daß die **Wassersalamander** sich in Italien schon Mitte Oktober zur **Winterruhe** begeben, obwohl es um diese Zeit dort noch recht mild ist, und daß andererseits diese Tiere bereits im Februar ungeachtet des Gefahrs von Kälteeinbrüchen wiedererscheinen. Hieran hätte sich über die innere Steuerung die Verhaltens, seine Erblichkeit, eine "innere Uhr", diskutieren lassen. Aber SPALLANZANIs Einzelbeobachtung wurde damals nicht weiter beachtet. Der Botaniker J. REINKE berichtete 1873 über seine morphologischen Untersuchungen am "Rhizom" von saprophytischen Orchideen und streute die Bemerkung (S. 220) ein, daß es bisher nicht gelang, seine **Orchideen zum Keimen** zu bringen. Der in Sondershausen lebende Botaniker THILO IRMISCH aber hatte nachgewiesen, daß Orchideen an natürlichen Standorten aus Samen häufig Keimpflanzen bilden. REINKE vermutete, daß auf seinem künstlichen Nährboden bestimmte Lösungen

organischer Stoffe fehlten, ein angedeutetes Problem, dem er selbst nicht nachging. Die Lösung war komplizierter: Wie seit 1900 der Franzose NOËL BERNARD (A. S. KAY 1970) nachwies und HANS BURGEFF (s. 1936) bestätigte, keimen viele Orchideen nur bei Anwesenheit des Myzeliums bestimmter Pilze, ein Fall von obligater Symbiose, von Mykorrhiza.

### **Lange die Forschung bewegende Probleme**

Manche Probleme bewegten die Forschung lange Zeit, teilweise jahrhundertlang.

Nicht gar so lange bewegte viele Forscher das etwa von ANTONIO VALLISNERI (J. FRANCHINI 1931) im frühen 18. Jh. beschriebene Vorkommen **fossiler Meerestiere** im Gestein **auf hohen Bergen**, so in den Kalkalpen oder den Apenninen. Diese Meeresfossilien auf Bergeshöhen wurden zunächst unbesehen der vermeintlich einmal auch alle Gebirge bedeckenden Sintflut zugeschrieben. VOLTAIRE lehnte die Sintflut der Bibel ab. Zu den Fossilien auf Alpenhöhen meinte er einmal, daß von Italien zurückkehrende Pilger Meeresmuscheln mitbrachten, vielleicht als Souvenir, und auf den Alpenhöhen ins Schwitzen gekommen die nun versteinerten Muscheln wegwerfen hatten. Für den Schweizkenner, großen Anatomen und gläubigen Christen ALBRECHT VON HALLER (1775; 1776, S.198/199) war es ein leichtes dem wegen seiner Bibelkritik verhaßten VOLTAIRE Unkenntnis vorzuwerfen, da die Fossilien auch dort massenweise vorkommen, wohin niemals ein Pilger geht. "Hier hilft kein spotten, die Natur spricht: „,“, meinte HALLER (1775, S.107) Auch GOETHE setzte sich gemäß seiner Autobiographie "Dichtung und Wahrheit" in seiner Straßburger Zeit mit der Ansicht von VOLTAIRE auseinander und meinte über die Fossilien am Baschberg bei Straßburg, daß sie ihm deutlich zeigten, daß er sich auf einem alten Meeresgrund befindet, ja "diese Berge waren einstmals von Wellen bedeckt, ob vor oder während der Sündflut, das konnte mich nicht rühren ..." Die Lösung für die Fossilien auf den Bergeshöhen brachte der Schotte JAMES HUTTON um 1785, der einsah, daß nicht eine große rätselhafte Flut einmal alle Erde bis hoch hinauf in die Gebirge bedeckte, sondern, daß die Festländer samt den Gebirgen aus dem Meere aufstiegen und so die Muschelreste emportrug.

Über Jahrhunderte dauerte die Suche nach der **Parallaxe**, der Winkeländerung der Sterne bei der Fortbewegung der Erde.



### **Zahl der bearbeiteten Probleme in einem Forscherleben**

Auch "**Universalgelehrte**" forschten nicht über alle Probleme, aber sahen solche in verschiedenen Gebieten. Universalwissen war schon im 18. Jh. nicht mehr möglich. Frage war, wie viel Unterschiedliches aber junge Leute studieren sollten, um selbst in die Forschung einzusteigen, d. h. ob etwa des Ernährungsphysiologen RUBNER Rat in welchem Ausmaß richtig ist: "Solange man jung ist, muß man sich eine breite und gründliche Ausbildung zulegen. Man weiß nie, welche Aufgaben und Herausforderungen später auf einen zukommen werden" (zit. bei H. K. BERTHOLD 1998, S. 32).

Eine nicht geringe Zahl berühmt gewordener Forscher baute ihre **gesamte wissenschaftliche Lebensleistung** oft schon in jungen Jahren um ein **einziges Problem** auf, manchmal von einer einzigen Frage ausgehend, der sie nach den verschiedensten Richtungen hin nachgingen und dann auch Licht in ihnen fremde Gebiete brachten. Das im Sinne von "Multum, non multa". Bei den einem Problem oder wenigen Problemen nachgehenden Forschern kann man dann in besonderem Maße sagen, daß sie "einem Stern folgen." Die Wege zur Problemlösung mußten von diesen Forschern oft erst gefunden werden. Überzeugt davon, ein sinnvolles Problem anzugehen, wurden auch Mißerfolge zu überwinden gesucht.

Der Philosoph BERGSON meinte, daß "ein philosophischer Geist im allgemeinen von einer einzigen ihm eigenen Idee beherrscht ist, die er im Laufe seines Lebens in vielfältiger Weise auszudrücken versucht, ohne daß ihm das jedoch ganz gelänge" (zitiert bei J. PIAGET 1976, S. 15). Von seinen immer wieder aufgenommenen Ozon-Sauerstoff-Untersuchungen meinte der Chemiker SCHÖNBEIN (zit. bei O. SCHMID 1941, S. 426): "Das höchste Interesse, den größten Reiz für mich hat dagegen ein Geist, dessen Kraft und Aufmerksamkeit ungeteilt auf einen Gegenstand sich richtet, der sein ganzes Leben auf die Erreichung eines großen Zweckes verwendet; ich werthe ihn höher als das, was man Universalgenie zu nennen beliebt."

In der Physiologie hat im 19. Jh. EMIL DU BOIS-REYMOND jahrelang nur über die **tierische Elektrizität** geforscht. Sein Nachfolger auf dem Berliner Lehrstuhl für Physiologie, ENGELMANN, sagte in der "Gedächtnisrede" auf seinen Vorgänger (1898, S. 23): "Im kleinsten Punkt die grösste Kraft zu

sammeln, nicht zu ruhen, bis die Grenze des Erreichbaren auch wirklich erreicht war, das entsprach seiner tiefen Ehrfurcht vor der Aufgabe der Wissenschaft mehr, als ein bewegliches in die Breite gehen, bei dem doch wesentlich nur die Oberfläche berührt werden kann". Es wurde allerdings auch gemeint, daß EMIL DU BOIS-REYMOND doch wenig bleibende Ergebnisse erzielte und seine Unzufriedenheit mit nur einem Spezialgebiet ihn veranlaßte, sich später zu den verschiedensten Dingen, von GOETHE bis zur Bedeutung der Hohenzollern, zu äußern.

Erfolgreicher baute PAUL EHRLICH fast sein gesamtes Forscherwerk auf einem Phänomen auf, nämlich der **unterschiedlichen Adsorption der verschiedenen Substanzen** in den verschiedenen Geweben und an den unterschiedlichen Bestandteilen der Zelle. Noch als Student hatte EHRLICH eine Arbeit des aus dem Baltikum, aus Dorpat stammenden KARL GEORG ERNST HEUBEL kennengelernt (P. EHRLICH 1923), der das "Geheimnis" der Bleivergiftung ermitteln wollte, indem er einzelne Organe, so Leber, Herz, Niere, in eine Lösung mit Blei legte und nach einiger Zeit die von den einzelnen Organen aufgenommene Menge Blei bestimmte. "Die Lektüre dieser Arbeit", schrieb EHRLICH in seiner Erinnerung, "war für mich eine Offenbarung und - auch eine "Art Verhängnis". EHRLICH stellte sich numehr das Ziel, aufbauend auf dem seiner Meinung nach allgemeingültigen "Verankerungsprinzip" "die Verteilung der chemischen Körper im Organismus als Grundlage der Arzneiwirkung festzulegen". Da er mit den Metallen nicht recht weiterkam, untersuchte EHRLICH die Verteilung und Adsorption von Farbstoffen. Wie besessen von seinem Forscherziel vernachlässigte er seine offiziellen Studien. Als im Frühjahr 1876 ROBERT KOCH mit seinen Präparaten über die Milzbranderreger von seinem Wirkungsort Wollstein an die Universität Breslau zu COHN und COHNHEIM kam, wurde KOCH auch an den Arbeitstisch von EHRLICH geführt. Dort wurde KOCH gesagt: "Das hier ist der kleine Ehrlich, er ist ein sehr guter Färber, aber sein Examen wird er nie machen". EHRLICH aber fand, daß bestimmte weiße Blutzellen sich spezifisch färben und mit diesen Mastzellen hatte er innerhalb der weißen Blutzellen erstmals eine besondere Gruppe ausgesondert. In Anerkennung dieser Leistung holte ihn FRERICH nach Berlin geholt. Bald gelangen EHRLICH weitere Entdeckungen im Zusammenhang mit Farbstoffen, so fand er welche, die das Sauerstoffbedürfnis der Gewebe anzeigen und bemerkte, daß zahlreiche Gewebe an Sauerstoffdefizit leiden. Für die von KOCH 1882 nachgewiesenen Tuberkelbazillen fand er eine

geeigneter Färbung, eine, mit der sich Tuberkelbazillen auch im Sputum nachweisen lassen. Wegen der unterschiedlichen Adsorption von Farbstoffen an den einzelnen Zellbestandteilen erwartete EHRLICH, Substanzen zu finden, die sich an Krankheitserregern mehr als an den Zellen des von ihnen befallenen Wirtes binden. Damit müßten Krankheitserreger im Wirt ohne dessen Schädigung bekämpfbar sein. Ausgehend von dieser Theorie (G. L. DREYFUS 1915), von ihr überzeugt, fand EHRLICH bei der Suche nach solchen Heilmitteln das gegen die Syphilis-Erreger wirkende Salvarsan. EHRLICH meinte rückschauend zu dieser Entdeckung und anderen (1923, S. 386): "Ich muß daher dem Schicksal ganz besonders dankbar sein, daß mir noch in ganz jungen Jahren, wo das Gehirn besonders aufnahmefähig ist, diese Konzeption zufiel".

Der Botaniker GEORG KLEBS (1896) hatte in der zweiten Hälfte der 80er-Jahre des 19. Jh. gefunden, daß bei Algen, er nennt als frühes Beispiel *Hydrodictyon utriculatum*, das "Wassernetz", die Fortpflanzung durch **äußere Einwirkungen** hervorgerufen werden kann. Sein Forscherleben lang, so in Basel, Halle und Heidelberg, setzte er Pflanzen, nach Algen und Pilzen auch Blütenpflanzen, künstlich in der Natur so nicht vorhandenen Faktoren aus und fand Möglichkeiten der Beeinflussung des Lebens, so des Knospentriebs, wie des Aussehens der Pflanzen, erwartete, viel vom Pflanzenleben menschlicher Beeinflussung zugänglich machen. "Selbst Korridore und Treppen standen dichtgedrängt voll Kulturschalen" heißt es von Basel mit doch etlichen Schülern um den Meister ((E. KÜSTER 1918, S. (94)) und von Halle wird berichtet (S. (99): "Einen großen Teil seines Arbeitstages verbrachte er jahraus jahrein vor seinen Gewächshauskulturen.

... Große Thermostaten wurden gebaut, Verdunkelungsvorrichtungen verschiedener Art ersonnen, eingehende Studien über Farbfilter getrieben, rote, blaue und gelbe Gewächshäuschen konstruiert ..." E. KÜSTER zog die Schlußfolgerung (S. (95): "... daß oftmals eine zufällige Beobachtung zum Ausgangspunkt neuer Forschungsrichtungen geworden ist, wenn der Zufall seine Gabe in die Hände des richtigen Mannes gelangen ließ." Mit den Problemen der Erbllichkeit der Merkmale hat sich KLEBS wohl etwas wenig auseinandergesetzt, eingenommen von seinen Ergebnissen.

In der Neurophysiologie resp. Psychiatrie war der Psychiater HANS BERGER schon in seiner "späteren Gymnasialzeit ... für den Zusammenhang zwischen

körperlichen und geistigen Vorgängen ganz besonders interessiert" (1938, S. 1) und suchte dann als Professor und Direktor an der Psychiatrischen Klinik der Universität Jena nach physiologischen Vorgängen, welche psychische Vorgänge, also Vorgänge im Gehirn, begleiten und mit den Vorgängen vielleicht diagnostisch auswertbare Veränderungen aufweisen. Das waren mit empfindlichen Galvanometern auch schließlich außen am Schädel nachweisbare elektrische Ströme (1937). Daraus ließ sich die **Elektroencephalographie**, EEG, ableiten. Schließlich hatte namentlich NICOLAI ähnliches für das Herz gefunden und die Elektrokardiographie ausgebildet.

Manche erfolgreichen Forscher wandten sich wenigstens in ihrem Fache **zu verschiedenen Lebenszeiten verschiedenen Problemen** zu, so der einsame Physikprofessor von Münster HITTORF (F. KOHLRAUSCH 1896/1910), der außer wenigen anderen Dingen der Ionenwanderung in Wasser und die elektrische Entladung in Gasen untersuchte, was also immerhin durch das Problem der **Elektrizitätsleitung** verknüpft waren. Und ihm schrieb KOHLRAUSCH (1896/1910, S. 1063): "Ihre Arbeit bildet ein klassisches Beispiel, welche durch die Konzentrierung der Forschung erreichbar sind."

Auch, wenn ein Forscher nicht lebenslang bei einem Projekt bleibt, ist das erste **Projekt eines jungen Forschers** wichtig. Wählt der junge Mann ein noch **unbearbeitetes Problem**, ist es ein "originelle Projekt", bietet es die "Chance zum großen Coup und zu einer glänzenden Karriere, ist aber meist langwierig und riskant", meint der österreichische Biochemiker GOTTFRIED SCHATZ (2011, S. 68/69), der sich den Mitochondrien genannten Zellorganellen, der Atmungsorganellen in der Zelle, zuwandte. Sichere Projekte versprechen schnellere Erfolge, reißen aber kaum Leute aus den Sesseln, Mit Ansehen und Karriere gewinnt man vielleicht eines Tages jene innere Ruhe, ja Muße, welche die Bearbeitung weiterer Projekte ermöglichen. Vielleicht sind auch deshalb manche Forscher immer wieder erneut erfolgreich. Können dann mit Lässigkeit auch einmal versagen. Der US-amerikanische Gelehrte JOHN A. SHEDD meinte (zit. bei G. SCHATZ 2011, S. 69) zum Ergreifen mutiger Projekte: "Ein Schiff im Hafen ist sicher, doch deswegen baut man keine Schiffe."

### **Zahl der Naturobjekte für die Untersuchung in einem Forscherleben**

Während manche Forscher ein Problem an verschiedenen Objekten untersuchten, so wie KLEBS und auch EHRLICH, haben andere Forscher ein Objekt, etwa eine Pflanzen- oder Tier-Art, genutzt, um verschiedenste Probleme an ihm zu untersuchen. Einseitig war die Nutzung von Forschungsobjekten, nicht aber die Fragestellung.

### **Probleme in der Forschungsmethodik und in der Technik**

Viele Forschungen verlangten bestimmte Techniken und Verfahren, etwa, in der Chemie, für die Trennung immer kleinerer Stoffmengen. Auch hierfür mußte nach Lösungen gesucht werden, wie sie Chromatographie, Ultrazentrifuge, Elektrophorese, Neutronenaktivierungssanalyse und andere boten. Immer neue Probleme stehen vor dem Ingenieur, der vielfach wissenschaftliche Erkenntnisse anwendet. Der 1896 mit Todesfolge abgestürzte deutsche Flugpionier OTTO LILIENTHAL hatte noch versucht, die Balance seiner Gleitflugkörper mit dem ganzen Körper herzustellen. Den amerikanischen Flugpionieren ORVILLE und WILBUR WRIGHT wurde bald bewußt, daß darin keine Lösung liegt (CH. H. GIBBS-SMITH 1963). Sie beobachteten daher sehr genau den Flug von Bussarden und fanden, daß diese so elegant gleitenden Greifvögel ihre Balance jederzeit durch eine Torsion der Flügelspitzen herstellen. Das wandeten sie bei ihren Flugmaschinen an.

### **Forschungsmethoden und Forschungsapparaturen als Anregung und Motivation für Forschung**

Forschung ergab sich aber nicht nur aus Problemen, es kam auch vor, daß für einen bestimmten Zweck gewonnene Forschungsmethoden, Forschungsinstrumente oder -apparate Wissenschaftler anregten, mit ihnen zu lösende Probleme zu suchen. Hier entfalteten Methoden oder Instrumente so etwas wie ein "Eigenleben", entfalteten ein Primat. gaben, und das war nicht selten, den "entscheidenden Anstoß zur Erschließung neuer Erkenntnisse und Einsichten" (P. SITTE 1973, S. 333), Forschungsvorhaben wurden dann "überhaupt nicht mehr von Objekt, sondern von den apparativen Möglichkeiten her konzipiert" (S. 3369. Interesse an Technik mochte da mitspielen. Der Physiker OTTO ROBERT FRISCH (1981, S. 270) bekannte: "Während meines ganzen Lebens hat mich die Entwicklung wissenschaftlicher Geräte fasziniert, eigentlich noch mehr als die Resultate, die ich oder andere damit erhielten."

Im 17. Jh. waren die damals neuen Vergrößerungsinstrumente **Fernrohr** (Teleskop) und **Mikroskop** auch probierend auf verschiedenste Objekte gerichtet worden, wurden mit ihnen also Forschungsgebiete gesucht. Für die Mikroskopie wurde es wie eine leitende "Theorie", alles Existierende einmal vergrößert zu betrachten, sicherlich auch in der Erwartung, etwa aus dem Feinbau der Organe, so von Drüsen, neue Aufschlüsse über deren Funktionieren zu erhalten. Mit der Entwicklung der **Spektroskopie** namentlich durch BUNSEN und KIRCHHOFF 1859 widmeten manche bedeutenden Forscher fast ihr ganzes Lebenswerk der Erforschung von Spektrallinien, besonders stimuliert, als Entdeckungen gelangen, etwa durch NORMAN LOCKYER (A. F. 1923) Spektrallinien eines auf der Erde unbekanntes Elementes auf der Sonne. Als **radioaktive Isotope** verschiedenster Elemente vorhanden waren, wurde nach Einsatzmöglichkeiten als "**tracer**" auch regelrecht gesucht.

### 3. Fakten. Tatsachen in der Wissenschaft und die ihr folgende, meistens die Ursachen, die Kausalität suchende "Theorie"

#### **Tatsachen, Phänomene, Effekte**

"Tatsachen sind die Luft des Gelehrten", wird PAWLOW zitiert, und es werden darunter meistens einzelne Sachverhalten, auch etwa mikroskopisch beobachtete, verstanden.

Oftmals wird für jedes Naturereignis, jede "Erscheinung", jede Beobachtungsgegebenheit, als "**Phänomen**" bezeichnet, vielmals mehr oder weniger synonym dem Terminus "Tatsache". TOULMIN definierte das 'Phänomen' als "ein Ereignis, dessen Ursache in Frage steht" (W. BÜCHEL 1975), was aber nicht die allgemein übliche Definition ist.

K. E. ROTHSCHUH (1963) unterschied:

1. **unabhängige Einzelphänomene**, also Pflanzen, Tiere, Stoffe, Krankheitsformen;
2. **Prozesse und Vorgänge**, die miteinander verbunden aufzutreten pflegen und augenscheinlich in einem Zusammenhang miteinander stehen.

Um Einzelphänomene oder Vorgänge feststellen und beschreiben zu können sind **Beobachtungen nötig**. Der aufgeschlossene Beobachter, dem auffällt, was andere übersehen, spielt da eine große Rolle. Auf **Erkundungs-** auf **Forschungsreisen** ging es oft darum, festzuhalten, was auffällt - und

diese kann dabei die einzige theretische Vorgabe sein. Der noch in den 20er-Jahren seines Lebens stehende DARWIN hat sich als Reisebegleiter auf der Weltreise auf der 'Beagle' da als hervorragender beobachtender Naturforscher erwiesen und es gab hier bedeutende Tatsachenfeststellung für wichtige, ja bis zu das Weltbild umstürzenden Theorien (F. J. AYALA 2009).

Oft sind **Eingriffe** in das zu beobachtende Material nötig, etwa Beleuchtung, auch für Objekte unter dem Mikroskop. Wird bei Organismen die Temperatur gemessen, gar jene innen, "müssen wir dem Organismus Wärme entziehen ..." (E. BÜNNING 1949, S. 84), ein sicherlich nicht allzu großer Eingriff. Es galt also danach zu streben, die "Beobachtungsmittel ... zu verfeinern" (S. 85), Objektbeeinflussungen zu mindern..

Immer wieder unter bestimmten Bedingungen auftretende Erscheinungen ("Phänomene"), namentlich in der Physik, werden auch als "**Effekt(e)**" bezeichnet. Viele Effekte tragen den Namen ihres Entdeckers oder Erstbeschreibers, so der Kerr-Effekt (nach KERR),

Gefragt wurde auch, **wonach** Wissenschaftler die von ihnen beachteten **Tatsachen auswählen** (H. POINCARÉ´ 1921, S. 207). Gemäß TOLSTOI erfolge diese Auswahl nach dem Zufall und leider nicht nach der möglichen praktischen Anwendung. H. POINCARÉ´ (1921, S. 207) meinte: "Die Gelehrten dagegen halten gewisse Tatsachen für interessanter wie andere, weil sie eine unvollständige Harmonie ergänzen, oder weil sie andere Tatsachen voraussehen lassen" und etwa in der Astronomie Wichtiges erwartet. Wer daran gehe, alle Organismen-Arten der Erde zu erfassen, wird meistens durch **Zufall** auf eine Erstsexemplar einer neuen Art stoßen und diese als wenigstens zunächst maßgebend beschreiben.

In den einzelnen Fachbereichen wird unterschiedlich gesehen, was ein erforschenswertes Phänomen ist. Der Botaniker HANS FITTING (1911) erforschte ab 1909 wie GÄRTNER/1844, den Ablauf des **Blühvorgangs** bei verschiedenen Blütenpflanzen und dabei speziell die "**vorzeitige Entblätterung**" bei noch unbestäubten Blüten, angeregt durch Beobachtungen im Frühjahr 1909 bei *Geranium pyrenaicum*, wobei außer nach chemischen und thermischen Reizen, wie schon DARWIN bei *Verbascum*-Arten beobachtete, manche Blüten schon nach Erschütterung ihre Kronenblätter abwerfen (S. 220 ff.), verbunden mit Schließbewegung des Kelches. Bei *Veronica chamaedrys* fielen außer an kühlem Morgen viele jüngere Blüten nach kräftiger

Erschütterung "regenartig" ab (S. 223), weshalb man diese vom Volkes wegen ihrer Unbeständigkeit 'Männertreu' oder 'Gewitterblumen' genannten Pflanzen nicht mit Blüten nach Hause tragen kann, wie auch ärgerlicherweise "diese oder jene Art in der Botanisiertrommel schnell die Kronen der Blüten fallen läßt" (S. 246/247) - ein bekanntes Phänomen, nun vom Botaniker näher untersucht und in Beziehung zu anderen Reizvorgängen gesetzt (S. 247).

### **Reine "Tatsachen" hochgelobt und das Problem ihres Verhältnisses zur Theorie**

"Harte" Tatsachen, so die Beobachtungsdaten und ihre Meßwerte, die empirische Basis der Wissenschaften, sollten nach häufig geäußelter Ansicht unabhängig von Hypothesen und Theorien einen Wert besitzen, "einen gegenüber dem theoretischen Überbau weitgehend invarianten Erkenntnisbereich" darstellen (W. v. ENGELHARDT 1975, S. 19). Manche Erstbeschreibung von Fakten sind eingebettet in umfassende theoretische Werke und werden dann in der Wissenschaftsgeschichtsschreibung gern aus diesem Kontext herausgelöst. So bei der Erstnennung der Elektrizität bei WILLIAM GILBERT 1600. Von dem Schweizer Alpengeologen ARNOLD ESCHER VON DER LINTH wird von ROBERT LAUTERBORN (1934, S. 108) ohne kritische Distanz gesagt: "... war ein ausgesprochener Tatsachenmensch. Die reine Beobachtung und deren möglichste Sicherung ging ihm über alles; das Theoretisieren überließ er gerne anderen." Auch hat er kaum publiziert. Namentlich im 20. Jh. geriet diese Auffassung in Kritik. Man schrieb vom **'naiven Empirismus'** der auf neue, anerkannt bleibende Phänomene und Tatsachen versessenen Forscher vergangener Zeit (E. STRÖKER 1973), die zu wenig über den Weg zu neuem Wissen reflektiert hätten. Tatsachen, hieß es nun, könnten nur im Zusammenhang mit einer Hypothese oder Theorie gesehen werden. Der Botaniker CARL NÄGELI hatte schon 1844 (S. 3) geäußert: "Was man daher gewöhnlich als Factum bezeichnet, verdient diesen Namen nur bedingungsweise. Die Vorstellung, die wir von etwas Gesehenem oder Gehörtem haben, hat durchaus bloss eine relative Gewissheit, eine solche nämlich, die nicht bloss durch unsere Fähigkeit zu sehen und zu hören, sondern weiterhin durch den Standpunkt unserer Erkenntnis überhaupt bedingt ist. Eine reale Erscheinung kann von verschiedenen Beobachtern, die mit verschiedenen Vorstellungsweisen an sie herantreten, auf sehr abweichende Weise als Thatsache abgesehen werden." Wie wenig man sich auf eine Tatsache einigen



kann, demonstriert etwa die Diskussion über die Ähnlichkeiten der Gehirne des Menschen mit den Gehirnen der Menschenaffen, namentlich vom Gorilla, um 1860 (L. G. WILSON 1996). Der gegen die Deszendenztheorie von DARWIN opponierende Anatom RICHARD OWEN betonte vermeintliche größere Unterschiede. Anhänger der Evolutionstheorie wie THOMAS HUNT HUXLEY sahen hervorstechende Ähnlichkeiten. Es war bei unterschiedlichem Wunschdenken zugunsten oder zuungunsten der Trennung von Mensch und Menschenaffen offenbar schwierig, die sichtbaren Strukturen unbefangen zu beschreiben. ARTHUR KOESTLER sah (1966, S. 252): Daten zu sammeln ist "eine selektive Tätigkeit, vergleichbar dem Blumenpflücken, nicht aber dem wahllosen Walten des Rasenmähers."

Bei Menschen mit betonten "weltanschaulichen", politischen und religiösen Überzeugungen erscheinen Tatsachen oft zweitrangig. Sie hängen ihrer Ansicht an, auch wenn es geraten erschiene, sie auf Grund von "Tatsachen" aufzugeben, ja die Verteidigung ihrer Doktrin selbstmörderisch wird, wie bei den ihr Leben im heiligen Krieg opfernden mohammedanischen Gotteskriegeren oder den japanischen kaisertreuen Kamikaze-Fliegern. Der Publizist MANÈS SPERBER (1977 / 1994) berichtet von einem so überzeugten Kommunisten im Spätjahr 1939, daß der sogar aus sowjetischen Sendern gehörte Meldungen über den Angriff der Sowjetunion auf Finnland als Erfindung der Imperialisten deutete. Politiker mit Streben nach langer Herrschaft waren stets daran interessiert, daß die Menschen ihrer Ansicht stetig vertrauten. Von Verhaltensforschern wurde es als dem Menschen angeborene Eigenschaft betrachtet, eine gefaßte Ansicht beizubehalten, weil das Sicherheit gäbe. Dann erscheint als Problem, wieso in der Menschheitsgeschichte überhaupt immer wieder auch neue Ansichten aufkamen, sogar neue Religionen oder die Ablösung des bellizistischen Denkens vom pazifistischen. B. BRECHT (s. 1955, S. 28) läßt seinen "GALILEI" sagen: "Nur die Toten lassen sich nicht mehr von Gründen bewegen ... Kein Mensch kann lange zusehen, wie ich einen Stein fallen lasse und dazu sage: er fällt nicht". Auch Historiker, die zugunsten bestimmter Richtungen antraten, haben unter Tatsachenzwang ungedacht, sogar zu entgegengesetzten Ansichten gewandt. Jedenfalls der französische Historiker EMMANUEL LE ROY LADURIE (geb. 1929) bekannte (1990, S. 10): "Ich hatte mich eines Dokumentes bemächtigen wollen, um darin die Bestätigung der Gewißheiten meiner Jugend zu finden; stattdessen hatte sich das Dokument meiner bemächtigt, hatte mir seinen Rhythmus, seine Chronologie und die ihm eigene

Wahrheit aufgezwungen". So verhält sich wohl der Mensch, wenn er noch nicht zu alt, zu "verkalkt", zu total unterwürfig oder lebensschädigend geängstigt ist. Auch mancher politische Fanatiker hat im Angesicht schrecklicher Tatsachen "bekehrt", von seinem ins Verbrechen führenden "Führer" abgewandt. "Renegaten" wurden von ihren Parteiführern verurteilt, aber von einem höheren Standpunkt aus sie oft weniger moralisch verwerfliche Abtrünnige, sondern lernfähige Menschen.

### **Unzureichend bekannte Tatsachen führen zu Fehldeutungen**

Sachverhalte, **Tatsachen** festzustellen kann ungenügend sein und resultiert in **fehlerhaften Ergebnissen**. Fossilien, also etwa versteinerte Muscheln oder Ammoniten, sind ja zunächst Naturobjekte und damit Fakten. Aber ihre Deutung konnte erst durch besseren Abgleich der Fakten zustandekommen. Man deutete Fossilien zuerst oft als **Naturspiele**. Sie in **Durcheinander** in den Sedimenten zu sehen, konnte auf ihre **Herkunft aus der Sintflut** nahelegen, ja die Sintflut durch die Meeresfossilien als bewiesen betrachten. Eine **Aufsammlung getrennt in aufeinanderfolgenden Schichten** gab ein anderes Bild, das einer durch Zeiträume getrennten Bildung der Fossilien in den verschiedenen Schichten, also einer Abfolge verschiedener Lebewelten. Allerdings mußte auch widerlegt werden, daß die schwereren Fossilien alle in den unteren Schichten liegen und also in der Sintflut schon alle vorhanden waren und nach der Schwere im wirbelnden Wasser getrennt wurden. Im 18. Jh. wurden an zahlreichen Orten im gefrorenen **Sibirien Elefanten-Stoßzähne** gefunden. Wurden die Stoßzähne auf tropische Elefanten, also vor allem solche aus Indien zurückgeführt, dann konnte man annehmen, daß indische Elefanten vielleicht bei einer **Flutkatastrophe nach dem Norden gespült** worden waren. Das überlegte sogar PALLAS, obwohl der einer Katastrophentheorie eher abgeneigt war. Auch an gewaltige Klimaveränderungen war zu denken, an eine **Abkühlung Sibiriens** von Tropentemperaturen her. Das hätte der Auffassung von BUFFON entsprochen. Aber es fehlten Reste von Palmen. Stoßzähne waren nicht irgendwelche Stoßzähne. Es war nötig zu erkennen, daß die 'Elefanten' Sibiriens eine **andere Art** waren als die indischen Rüsseltiere, mit anders gestalteten Stoßzähnen. Mit der Auffindung gefrorener eingebetteter Tiere mit ihrem rötlichen Pelz wurde ein richtiger Sachverhalt deutlich: Sibirien hatte eigene Elefanten, das **Mammut**. Daraus waren neue erdgeschichtliche Schlußfolgerungen zu ziehen. Die bloße Tatsache von irgendwelchen Elefanten-

Stoßzähnen in Sibirien reichte allein nicht aus, ein richtiges Bild zu erhalten. Nötig war weiterte Tatsachenbeachtung. Ebenso durfte der Erdgeschichtsforscher nicht **Fossilien taxonomische** falsch **einordnen** und etwa Algenfäden aus dem Erdaltertum als Gras deuten, mußte schwarze Striche im Malmkalk als 'Pseudofossilien' sehen oder mußte der Petrograph schwärzliche Körnchen auf dem 'Fruchtschiefer' richtig als anorganische Bildungen und nicht als Getreidekörner deuten. Mit fehlerhafter Deutung von Fossilien oder gar anorganischen Bildungen konnte der erdgeschichtliche Ablauf falsch gedeutet werden.

Der Geologe VON BUCH hatte gemeint, daß Vulkanberge von unten durch das Lava emporgehoben werden, wie Gebirgszüge grundsätzlich. Das konnte nicht verallgemeinert anerkannt werden, trotzdem VON BUCH in der Auvergne und anderen Vulkangebieten eingehend beobachtet hatte. Der Vulkanforscher KARL SAPPER (1927, S. 385) schrieb viel später über VON BUCH: "..., der weitgereiste, hatte eben zuletzt seine Verteidigung auf ein zu geringes Maß von Beobachtungen ausgebaut, denn schon eine genaue Wiederdurchforschung der liparischen Inseln hätte ihm zeigen können, daß tatsächlich Lavaströme stellenweise auf recht steiler Grundlage auch in ziemlich ansehnlicher Mächtigkeit erstarren können", also Lavamassen zur Bildung komplexer Gebilde bis hin zu Bergen nicht der Hebung von unten bedürfen, von ihrer Bildung von Härtlingsbergen durch den verwitterungsbedingten Abtrag der Umgebung wie im sächsischen Erzgebirge sogar abgesehen.

**Wie viele Erfahrungen und Beobachtungen muß ein Geologe** und überhaupt Erdgeschichtsforscher **erwerben**, um **Theorien aufzustellen?** wohl eine verallgemeinerungswürdige Frage!

Auch umfassendere Phänomene wurden als gegeben betrachtet. In der Biologie sahen bis weit in das 20. Jh. viele Forscher und die '**Vererbung erworbener Eigenschaften**' als gegeben an und gestalteten unter diese Annahme ihre Vererbungs- und Evolutionshypothesen, der 1882 gestorbene DARWIN wenigstens in den letzten Lebensjahrzehnten teilweise nicht ausgenommen.

Schlimm steht es um die Bereitsstellung aller für eine bestimmte Aussage nötigen Fakten in '**Geschichte**'. Gewiß werden richtige Fakten in Geschichtsbüchern oder in Biographien historischer Persönlichkeiten geboten. Aber es **fehlt an Vollständigkeit**, werden nicht in ein gewünschtes Bild passende **Fakten ausgelassen**. So bei der Darstellung von MARTIN LUTHER.

Die schrecklichen Aussagen in LUTHERs zweiter Lebenshälfte über die Folterung und Bestrafung seiner Widersacher oder auch die Juden werden meistens nur unzureichend in LUTHER-Würdigungen mitgeteilt.

### **Welche Menge an übereinstimmenden Tatsachen sind für eine akzeptierbare Theorie nötig?**

Mit Einzeltatsachen kam man oft nicht zu einem Gesamtbild. Die Beschreibung einzelner geologischer Aufschlüsse, wie sie die frühe Geologie kennzeichnete, ob die Beschreibung einer begrenzten Schichtfolge bei Rudolstadt in Thüringen durch den Arzt und Amateurgeologen FÜCHSEL oder der Schichten im Thüringer Becken durch den Bergbaubeamten LEHMANN lieferte kein größeres Bild von der Erdgeschichte, ja hat noch etwa die Sintflut-Hypothese in manchem unterstützt. CUVIER entwickelte seine Katastrophentheorie, mit der Annahme mehrmaliger Vernichtung der gesamten Landtierwelt vor allem von der Kenntnis der Tertiär-Steinbrüche am Pariser Montmartre aus (D. KNIGHT 1986, S. 40). Schrammen auf Felsen an wenigen Stellen hätten nicht zu einer umfassenderen Deutung Anlaß gegeben, ob nun zu der falschen Fluthypothese des als Wiederentdecker des Vanadium erfolgreichen SEFSTRÖM oder der dann akzeptierten Theorie von Inland-Vergletscherung in den Eiszeiten in weiten Teilen Europas. Weniger Beobachtungen von Abänderungen bei Lebewesen hätten kaum zu der umfassenden Evolutionstheorie von DARWIN führen können, "no individual case may be convincing but the weight of them all is hard to resist" (D. KNIGHT 1986, S. 35).

### **Wechsel von Tatsachen-Sammeln und theoretischer Verarbeitung auch in Abhängigkeit vom Fortgang der Wissenschaften**

In den Wissenschaften wechselte auch die Wertschätzung des "nüchternen" Tatsachensammelns und ihrer "Verarbeitung". Waren viele Tatsachen angehäuft, wurde nach einer **Zusammenfassung** fast "geschrien", damit nicht jeder Überblick verlorengeht. Der erste deutsche Chemiker, ANDREAS LIBAVIUS, meinte bereits 1547 in seinem Hauptwerk "Alchemia" (S. IX): "Von Beispielen für [chemische] Operationen wimmelt es an allen Ecken und Enden: Einzelheiten (singularia) treten allenthalben in den Vordergrund; teilweise halten sie sich auch an entlegenen Stellen verborgen. Von allgemeinen Gesichtspunkten (catholica) ist nichts zu hören, und es gibt keine Richtschnur,

nach der sich die Einzeltatsachen einordnen und beurteilen ließen." Am Ende des 19. Jh. waren sehr viele Substanzen in Lebewesen bekannt geworden, und die Lehrbücher zählten sie auf mitsamt vieler besonders reichlicher Vorkommen - an Lernstoff fehlte es nicht. Es galt dann etwa Organismen mit Zitronensäure aufzuzählen. des langen aufgezählt, wo sie sich sehr reichlich findet, was sicherlich nicht unwichtig war. An Lernstoff war kein Mangel. Der Baseler Physiologe FRIEDRICH MIESCHER stellte 1874 richtigerweise fest (zitiert aus N. HARTMANN 1975): "Die physiologische Chemie besteht aus einem solchen Haufen unzusammenhängender Facta, daß es wenig Sinn hat, noch mehr Häckerling hinzutun zu wollen". An anderer Stelle schrieb MIESCHER in einem seiner Briefe (zitiert aus A. JAQUET 1895, S. 414), daß "die physiologischen Objekte einfach zu Übungsaufgaben für Präzisionstechnik ohne irgend einen klaren theoretischen Hintergrund missbraucht werden. Mir scheinen im jetzigen Stadium der Physiologie weniger Steinmetzen, Holzschnitzer, Dekorationsmaler als vielmehr Architekten zu fehlen, welche den Grundplan der Dinge suchen und das Interesse für Zusammenhang der Thatsachen, für Ineinandergreifen der Teile wieder herstellen. Wenn solche Architekten einmal kommen, wird man sie wie Schnuderbuben mit allen Tonarten verschimpfen und verlästern, in aller Stille wird man sich doch von ihnen am Gängelband führen lassen, wie in der Abenddämmerung von einem Sehenden zehn Hemeralopische". Längst wurde seitdem bekannt, daß die Zitronensäure im Stoffwechsel jedes Lebewesens eine Schlüsselstellung besitzt, wie auch der Terminus "Zitronensäure-Zyklus" (HANS ADOLF KREBS) ausdrückt. Nun konnte zusammenhängend über die verschiedenen Substanzen in den Lebewesen nachgedacht werden.

ERNST HAECKEL schrieb einmal (1866, S. 4) von Tatsachen als den "Bausteinen", die massenhaft angehäuft würden, bevor die Baumeister kämen zur Errichtung von Gebäuden, aber: "Der denkenden Baumeister sind nur wenige, und diese wenigen stehen so vereinzelt, dass sie unter der Masse der Handlanger verschwinden und nicht von den letzteren verstanden werden". So glaubte denn "Baumeister" HAECKEL mit seiner Version der Abstammungs"lehre" aus dem angeblichen Schutthaufen von Steinen ein ewiges Gebäude errichtet zu haben. Ähnlich wie MIESCHER meinte HAECKEL, daß die Masse an Bausteinen zu bestimmten Zeiten immer unübersichtlicher werden könne, und (1866, S. 5): "Der Steinhafen wird nicht dadurch zum Gebäude, dass er alle Jahr um so und so viel höher wird. Im Gegentheil, es wird nur

schwieriger, sich in demselben zurechtzufinden, und die Ausführung des Baues wird dadurch nur in immer weitere Ferne gerückt".

### **Die Macht von Tatsachen im Entwicklungsgang der Wissenschaften**

"Tatsachen" können in Theorien sehr unterschiedlich gedeutet werden, aber es bleibt auch bei verschiedenartiger Deutung von Tatsachen oft etwas Bleibendes. **Fossilien** wurden bis in das frühe 18. Jh. vielfach als "Naturspiele" und nicht als Reste ehemaliger Organismen betrachtet. Die "Tatsache" Fossil schien sich als gleichbleibende "Tatsache" zu "verflüchtigen". Auf jeden Fall blieb, daß in manchen Sedimentgesteinen wie Organismen aussehende Spuren auftreten, auch unabhängig davon, ob ein fußähnlicher Abdruck nun als "Richelsdorfer Kinderhand" oder Fußabdruck eines Reptils gedeutet wurde. **Sonnenflecken** sah ihr einer Entdecker, der Pater CHRISTOPH SCHEINER, als so etwas wie auf der Sonnenoberfläche schwimmende Inseln ansah, andere sahen sie als dunkle Gestirne vor der Sonnenscheibe befindliche Gestirne, während etwa O. v. GUERICKE (1672, s. 1968, S. 23) meinte, daß "wir nicht gezwungen sind, der Sonne, dem Weltenauge, Flecke oder niedere Wesenheiten anzudichten." Dunkle Punkte auf der Sonne aber blieben bei jeder Betrachtung. Und der "**Sauerstoff**" galt seinem "Entdecker" JOSEPH PRIESTLEY 1771 nicht als chemisches Element, sondern im Rahmen der damaligen Phlogiston-Theorie als dephlogistierte Luft, die bei einem Verbrennungsvorgang besonders heftig die Substanz "Phlogiston" aus den brennenden Körpern herausreißt und so die Verbrennung befördert. Bleibend war, daß unabhängig von jeder Deutung beim Erhitzen und damit Zersetzen von bestimmten Quecksilberverbindungen ein Gas entweicht, daß die Verbrennung anderer Stoffe unterhält. Es wurde auch richtig festgestellt, (HANSON, aus W. BÜCHEL 1975, S. 98), daß wenn etwa ein Vertreter des ptolemäischen Weltsystems **die Sonne "aufgehen"** sieht, dann für ihn die Sonne wirklich "aufgeht", während für einen Kopernikaner sich wegen der Erdumdrehung der Erdhorizont senkt. Beide müssen aber darin übereinstimmen, daß sie "eine Vergrößerung des Winkels zwischen Horizont und Sonnenmittelpunkt beobachten".

Es gab durchaus "Tatsachen", die unerwartet auftauchten und so stark wirkten, daß sie unabhängig von gerade bestehenden und anerkannten Hypothesen, Theorien oder Weltbildern nicht weggewischt werden konnten. Lord RAYLEIGH sagte 1938 (S. 207) vor der British Association for the

Advancement of Science in Cambridge: "Much of the modern scientific doctrine appears at first sight to have an elusive and even metaphysical character, and this aspect of it seems to make the strongest appeal to many cultivated minds. Yet upon the whole the main triumphs of science lie in the tangible facts which it has revealed; and it is these which will without doubt endure as a permanent memorial to our epoch".

Ende November 1572 trat im Sternbild Kassiopeia "plötzlich" ein neuer heller Stern auf, etliche Zeit sogar am Tage sichtbar (W. NERNST 1922). Erst viel später als "**Supernova**" beschrieben, hat in den Tagen des TYCHO BRAHE dieser Himmelskörper angeregt, über die behauptete Unveränderlichkeit im Kosmos nachzudenken. Eine überraschende "Tatsache" widersprach einer anerkannten Theorie. Eine harte "Tatsache" war das **Erdbeben von Lissabon 1755**, das nicht in das optimistische Weltbild von der bestehenden als der besten aller möglichen Welten zu passen schien. TREMBLEY beschrieb 1744 bei Süßwasserpolyphen die **Regeneration**, die "Wiederherstellung" ihres zerstörten Körpers, wobei er irgendwie zum Zerstückeln der Polyphen angeregt worden sein mag. Das Phänomen der Regeneration zwang die damalige Präformationstheorie zu Zusatzannahmen oder widerprach ihr nach mancher Ansicht völlig und führte zu ihrer Überwindung. Gewiß wird ein als Tropf zu bezeichnender Mensch über alles hinwegsehen und muß Unerwartetes wenigstens Aufmerksamkeit finden, insofern ist geistige Bereitschaft für Tatsachenwahrnehmung nötig. Der französische Entomologe LÉON DUFOUR (J. H. FABRE 1950) erhielt 1839 von einem Freunde auf dem Lande zwei Exemplare des Goldprachtkäfers/*Buprestis bifasciata* zugeschickt, die von **Grab-Wespen** getragen und fallengelassen worden waren. Das veranlaßte ihn, die von den Grabwespen angelegten kleinen Sandhaufen aufzugraben. Er fand dort Reste solcher Prachtkäfer und kam so schließlich darauf, daß solche als Futter für die Wespenlarven eingetragen werden. J. H. FABRE wurde zu seinen weiteren Forschungen über Insektenverhalten speziell auch bei Grabwespen angeregt.

Unabhängig von Theorien wurden auch manche Tatsachen immer wieder beschrieben. Schon von ARISTOTELES und PLUTARCH im Altertum wird geschrieben, daß der **Schall während der Nacht** an Stärke zunimmt, damals kaum erklärbar. Später (1820) hat das ALEXANDER VON HUMBOLDT näher untersucht.

Für die Biologie galt die **Erfassung aller Arten** als ebenso nötige Tatsachengrundlage wie für die Paläontologie die Beschreibung aller faßbaren

Fossilien (O. H. SCHINDEWOLF 1948), auch, wenn die Fassung der Spezies nicht theorieunabhängig ist. Geologen beschrieben die In der **Geschiebe** von nordischen Gesteinen in der nordeuropäischen Tiefebene zunächst unabhängig davon, wie sie herbeitransportiert wurden, und es gab schon vor der Anerkennung der Inlandeisstheorie für Mitteleuropa 1875 Geschiebeforschung und Geschiebesammlungen (F. ROEMER 1862).

Berechtigte Kritik setzt aber an, wenn sogar behauptet wurde, daß rein zufällig gemachte Tatsachenbeobachtungen im allgemeinen entscheidend waren bei der Auffindung wichtige Naturgesetze, Tatsachen also aller Theorie vorausgehen sollten. Der Physiologe JACOB MOLESCHOTT meinte 1855 (S. 405): "Immer war es eine sinnliche Beobachtung, die zu allem den Anstoß gab ... Galiläi sah in dem Dom zu Pisa eine Lampe schwingen und folgte der Erscheinung so beharrlich, daß sie ihm die Pendelgesetze offenbarte. Newton liegt behaglich sinnend in seinem Garten, ein Apfel fällt vom Baum: die Entdeckung der Schwere ist gesichert ..." Es müßte aber gefragt werden, warum nicht andere Leute vorher, die auch Kronleuchter schwingen und Äpfel fallen sahen, daraus keine Naturgesetze ableiteten. Die Antwort muß wohl lauten: weil in ihnen nicht die Idee war, daß kein Geschehen in der Natur chaotisch ist, sondern alles auch zahlenmäßig faßbaren Gesetzen folgt? Ihnen fehlte die Bereitschaft, hinter Geschehen wie dem Fallen eines Apfels ein Naturgesetz anzunehmen? GALILEI war von Naturgesetzen überzeugt. MOLESCHOTT folgte mit seiner Darlegung der verbreiteten Anekdote oder Legende, ihm war die Notwendigkeit der exakten Erforschung des Weges zu Entdeckungen kaum bewußt, ungeachtet schon dazu vorhandener Schriften etwa von WHEWELL und JOHN HERSCHEL, der Sohn des Astronomen WILLIAM HERSCHEL. WHEWELL starb 1866 auf dem Gelände des Trinity College in Cambridge durch einen Sturz vom Pferd (Wikipedia 2020). Der 1792 geborene Sir JOHN FREDERICK WILLIAM HERSCHEL, Vater von 12 Kindern, wurde 1871 in der Westminster Abbey beigesetzt (s. a. Wikipedia 2020).

Unverbundene Tatsachen gehen vielleicht eher verloren als solche, die in eine Theorie eingebettet werden können. Aber starke Tatsachen bleiben eine Herausforderung für die Theorie, zur Erklärung ihres Wesens. WILHELM CONRAD RÖNTGEN hatte im Spätjahr 1895 die **X-Strahlen** nachgewiesen, aber ihr Wesen blieb etliche Zeit umstritten, bis sie wegen der Interferenz beim Durchgang durch Kristalle als Teil des elektromagnetischen Spektrums



erschienen. Für den wissenschaftlichen Fortschritt und nicht nur für medizinische oder technische Anwendung, also für die Vertiefung der Welterkenntnis, trugen die X-Strahlen somit erst ab 1912 bei, und WALTER GERLACH meinte hierzu (1936 S. 724): "Eine Einzeltatsache kann eine neue Entwicklung anbahnen oder eine Entwicklung umlenken; sie bedeutet aber nur wenig, solange sie nicht in den Kreis anderer eingeordnet und mit diesen gesetzlich verbunden ist: ..." Die Röntgen-Strahlen hatten allerdings seit ihrer zufälligen Entdeckung wohl nie an Interesse verloren. Wenn die Röntgenstrahlen nicht 1895 entdeckt worden wären, so hätte man mit der Quantentheorie 25 Jahre später allerdings diese Wellenstrahlung hoher Frequenz wohl vorausgesagt. Die Radiowellen wurden von HEINRICH HERTZ auf Grund der MAXWELLSchen Theorie erwartet und gesucht.

### **Entdeckung "reiner" Tatsachen in der Wertschätzung der Forscher**

Mancher Forscher hoffte, daß er statt mit ungesicherten Hypothesen gerade durch die Entdeckung "bleibender" Tatsachen seinen Namen der Nachwelt überliefern kann, ihm dadurch Verdienste von "Ewigkeitswert" zukommen. Gegenüber wechselnden Ansichten, ja Ideologien, eventuell aufgezwungenen, sollte die "Tatsache" eine ruhende Insel im Meer der Meinungen bilden. In der Tat blieb der Name von CONRAD WILHELM RÖNTGEN in der Bezeichnung "Röntgen-Strahlen" mit dem von ihm aufgefundenen Phänomen dauerhaft verbunden auch unabhängig von deren Deutung. Forscher, die vor allem nach Tatsachen suchten und in ihnen den eigentlichen Wert wissenschaftlicher Forschung sahen, "**Empiriker**", waren nötig, lieferten vielfach die Grundlagen, um überhaupt Hypothesen und Theorien zu entwickeln oder sie auf ihre Stichhaltigkeit zu überprüfen. Gerade Chemiker oder auch Zoologen und Botaniker waren bewußt Tatsachensammler, liebten Theorien gar nicht, auch, wenn nicht ohne theoretische Ziele nach Fakten gesucht wird. Der Zoologe E. EHLERS schrieb von seinem verstorbenen Kollegen CARL VON SIEBOLD 1885 (S. XXIII), daß von dessen "wissenschaftlicher Thätigkeit" es "nicht die geniale rasche Konzeption neuer fruchtbringender Gedanken" ist, "welche wir zu rühmen haben, sondern das Talent des Fleißes, wie dasselbe unermüdlich im Sammeln, eindringend beobachtend, und kritisch in der Prüfung und Verwerthung der gewonnenen Resultate uns entgegentritt." Der Zoologe CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG (1833) suchte mit den unzureichenden mikroskopischen Mitteln seiner Zeit einiges über die

Feinstruktur des Gehirns herauszufinden und kam nur zu bescheidenen Resultaten über Fasern und immerhin auch den 'Ganglien' genannten Kügelchen und meinte (S. 451): "Die Beschränktheit des gewonnenen Resultates möge der Wunsch entschuldigen, lieber einen Baustein zum festen Grund mühsam darzureichen, als im philosophisch-poetischen Rausche ein prahlendes grundloses Gebäude aufzuführen."

Die Meinung der einzelnen Forscher zum Verhältnis von Tatsachen zur Theorie ist manchmal auch wechseln. PAUL EHRLICH bemerkte 1885 (S. 105) nach Untersuchungen über das Sauerstoff-Bedürfnis der Organismen, "dass der Fortschritt der Erkenntnis nur vom theoretischen Gesichtspunkt aus erfolgen kann, und somit eine selbst verfehlte Theorie immer noch fruchtbringender wirken kann, als rohe Empirie, die ohne Erklärungsversuch die Thatsachen registriert." Und bei der Suche nach bestimmten Pharmaka handelte EHRLICH danach. Aber EHRLICH wird wohl nach manchen Auseinandersetzungen auch zitiert (A. v. WEINBERG 1916, S. 1248) mit: "Theorien sind notwendig, aber sie kommen und vergehen; bestehen bleiben die Tatsachen." Der tätige Forscher hat sich oft kaum nach feststehenden Bezeichnungen gerichtet.

Theorien mochten sich aus ausreichend "Tatsachen" wie von selbst ergeben. Der englische Physiologe JOHN NEWPORT LANGLEY wird der mit der Ansicht zitiert : "Make accurate observations and get the facts" und dann "if you do that the theory ought to make itself" (H. H. DALE 1961). Es war das Ideal etwa des französischen Physiologen FRANÇOIS MAGENDIE in der ersten Hälfte des 19. Jh., vor allem neue, auch unzusammenhängende Tatsachen zu finden und nannte sich nicht ohne Stolz und Hoffnung auf Dauerruhm einmal einen "Lumpensammler" in der Wissenschaft. Als solcher hoffte MAGENDIE über den Begründern von Hypothesen zu stehen, deren Schöpfung bald wie Luftblasen zerplatzten, während Tatsachenbefunde die Zeiten überdauerten. Studiert man MAGENDIEs Arbeiten, dann wird deutlich, daß allerdings auch er von Hypothesen ausging, ohne sich vielleicht dessen klar bewußt zu sein. MAGENDIEs bedeutendster Schüler, CLAUDE BERNARD, hat dann in besonderem Maße auf die unersetzbare Rolle von Hypothesen für den Fortgang der Wissenschaften verwiesen. Aber das Lob der reinen Tatsache verkündete noch mancher Forscher. In der Geologie sah H. VOGELSANG 1867 (S. 128), daß die "geognostischen Karten der meisten civilisirten Länder der Erde ... das bleibende Denkmal" geologischer Forschung seiner Zeit wären. Auf den Wert reiner Tatsachen pochten öfters Chemiker. Der vielseitige, an Entdeckungen

reiche Chemiker ROBERT WILHELM BUNSEN war der Meinung, daß "eine einzige experimentell zuverlässig festgestellte Tatsache viel wichtiger sei als alle noch so geistreich theoretisch entwickelten Ausführungen" (G. LOCKEMANN 1949, S. 64). Das dachtet auch FRIEDRICH WÖHLER, und zu den "Empirikern" unter den Chemiker zählt ebenso HENRI MOISSAN, der Erfinder des elektrischen Ofens, bei dessen hohen Temperatur das Calciumcarbid und der Carborund erzeugt werden konnten. Um noch einen Geologen zu zitieren: MAURICE LUGEON auf dem 9. Internationalen Geologenkongreß in Wien 1903: "Die Theorien vergehen wie die Stunden, aber die Tatsachen bleiben" (Zit. aus: M. BROCKMANN-JEROSCH et al. 1952, S. 103).

Es wurde allerdings auch festgestellt, daß solche "Empiriker" etwa unter den Chemikern, zu denen auch der Entdecker und Erforscher der Schwermetallfluoride OTTO RUFF (W. HÜCKEL 1940) gehört, kein geschlossenes Werk zustandebringen, sondern hier und da pflücken. Aber ihre Tatsachen können wichtig werden!

Selbst, wer eine Sache falsch auffaßt, kann wichtige Tatsachen über sie finden. Der Mediziner und frühe Amateur-Fossiliensammler JOHANN JALOB BAIER (B. v. FREYBERG 1970, S. 393) in Altdorf, hielt, um 1708, die Fossilien für Naturspiele und nicht für einstmals am Leben gewesene Organismen, aber war einer ihrer frühen Beschreiber, so solcher des Jura. Der Baseler Chemiker CHRISTIAN FRIEDRICH SCHÖNBEIN (O. SCHMID 1941) ist einerseits der Entdecker des Ozon, erfaßte aber dessen Wesen als Verbindung  $O_3$  nicht, untersuchte die Substanz aber in vielerlei Hinsicht und fand viele ihrer Eigenschaften und Reaktionen.

Zwischen einer "Tatsache" und den aus einer Menge von Daten gewonnenen Abstraktionen gibt es sicherlich fließende Übergänge. Der Fund eines Ichthyosaurierskeletts ist eine einzelne Tatsache. Es in eine Evolution eine andere. Tatsache war auch die Feststellung der periodischen Wiederkehr wichtiger Eigenschaften bei der Anordnung der chemischen Elemente nach dem Atomgewicht (Atommasse), "Tatsache" waren die KEPLERsches Gesetze, war das Feststellen von Regelmäßigkeiten in den Spektrallinien (BALMER, PASCHEN u. a.) (P. BROSCHE 1985, J. JEANS 1934), das HERTZSPRUNG-RUSSELL-Diagramm der Fixsterne. Gerade sie waren auch Herausforderung für Theorien, für "Erklärungen".

## **Die Suche nach den "Ursachen", der Kausalität hinter den Tatsachen - Zum Verhältnis von Phänomen / Tatsache und Hypothese/Theorie**

Viele Erscheinungen in der Natur oder auch der menschlichen Geschichte sieht fast jedermann. Der Blitz, das folgende Donnern, das Nordlicht, den Mondwechsel und vieles andere. Aber der Naturforscher ging oft darauf aus, ein neues **Phänomen**, eine "Erscheinung" zu finden. Oft geschah das bei der Bearbeitung von Problemen. Zu den Phänomenen wurde aber meist bald eine "**Theorie**" **gesucht** und mehr oder weniger auch gefunden. Häufig war dies das Zurückführen des mit den Sinnen Wahrnehmbaren auf unsichtbare Teilchen, auf möglichst nicht nur die mikroskopische, sondern auch die submikroskopische Welt. Oft war die "Theorie" eher eine **Hypothese**. Die Theorie konnte jedoch schließlich regelrecht auch zur Tatsache werden.

OERSTED hatte 1809 die **Ablenkung der Magnetnadel** in der Nähe eines fließenden elektrischen Stromes gefunden. AMPÈRE (L. DE BROGLIE 1944), der 1820 in Paris durch ARAGO davon erfuhr, suchte die Erklärung und fand sie in Minimagneten im Eisen. Mit der Erfassung der **Spektrallinien** der chemischen Elemente und auch Verbindungen ab 1859 kam Jahrzehnte später die theoretische Erklärung, namentlich ab dem Atommodell von BOHR 1913. Phänomene waren **Fluoreszenz** und **Phosphoreszenz**. Phänomene waren das von Dichtern immer wieder besungene **Himmelsblau**. In den Eigenschaften des Lichtes, in dessen Streuung an feinen Partikeln lag die theoretische Erklärung, bei TYNDALL (W. H. BROCK 2004) und RAYLEIGH, namentlich 1871. Phänomen war das langsame Schneeschmelzen und damit die Existenz von Gletschern in Bergeshöhen auch in südlicheren Breitengraden. mit längeren Sommern. In der Lichtabsorption in der Atmosphäre suchte TYNDALL den Grund. LENARD (CHR. SCHÖNBECK 1985) fand, daß mit der wachsenden **Lichtintensität**, also bei mehr Licht mit gleicher Wellenlänge, die Zahl der ausgelösten Elektronen etwa auf einer Metalloberfläche zunimmt, jedoch die Geschwindigkeit gleich bleibt, die von der **Frequenz** des einfallenden Lichtes bestimmt wird. Dies Phänomene. EINSTEIN, den LENARD später so haßte, gab mit seinen Lichtquanten eine Erklärung, eine Theorie. **Radioaktivität** war das Phänomen und weitere Phänomene in ihrem Zusammenhang folgten. Die Suche nach deren Gründen im Atom bestimmte die folgenden Theorien. Gerade dabei wurden weitere Phänomene aufgedeckt. So gab es also bis in die neue Zeit eine Fülle von auch neuen Phänomenen, ob **Supraleitung** oder Cherenkov-

Strahlung, welche theoretische Erklärung herausforderten. Große Teile der Forschungsarbeit der Chemiker dienten der **Zurückführung der Stoff-Eigenschaften** auf den Bau der Moleküle, bis hin zur Anordnung der Atome im Molekül, die **Konstitution**, wie es die Stereochemie und die Erklärung der Isomeren brachte. Das 20. Jh. ging dann mit Elektronenschalen und Atomkern-Eigenschaften noch wesentlich weiter. GUSTAV VON BUNGE (R. VON ENGELHARDT 1933, S. 294) in Dorpat fand, daß nur die gleichzeitige größere Gabe von **Natrium- und Kaliumsalzen** vom Menschenkörper ertragen wird. Die Nervenphysiologie des 20. Jh. konnte es erklären auf Grund der Vorgänge in der Nervenmembran.

Immer tiefer suchte man in die Ursachenkette einzudringen. War für einen Stoffwechselschritt das zuständige **Enzym** gefunden worden, so galt es dessen Wirkung aus dem Molekülbau, aus dem Verhalten der Atombestandteile, abzuleiten. Wo war das Ende?

Mit **allgemeinen Unschreibungen** wie "Hemmung", "Disposition" für bestimmte Krankheiten etwa, "Anlage" und anderes wurden zuerst Phänomene beschrieben, die man dann doch nach tieferen Ursachen wenigstens teilweise aufklären konnte. Gab es sonst keine andere Kausalität, so wurden festgestellte Sachverhalte einst auch als **Wille der Natur** oder als Ausdruck innerer, ansonsten nicht erklärter Naturgesetzlichkeit formuliert. So schien es nahezu unmöglich zu sein, daß sich die Bastarde verschiedener Spezies der Säugetiere fortpflanzten, wie der Maulesel und das Maultier nahelegten. Das wurde etwa bei CARL LINNÉ (s. 1778, S. 191) damit erklärt, "weil die Natur nicht zuläßt, daß mehrere säugende Thiergattungen entstehen, als ihrer von Anfang der Welt her gewesen sind." Die "nicht zulassende Natur", das war wie ein Faktor. Aber auch in der Mitte des 19. Jahrhunderts, als die Evolutionstheorie noch nicht die vieles erklärende Ursache, Kausalität, lieferte, schrieb der keineswegs zu den romanischen spekulierenden Zoologen gehörende RUDOLF LEUCKART 1851 (S- 184) etwa: "wo aus irgend welchen Gründen bei einem Thiere die Zahl der geschlechtlich erzeugten Nachkommen ... den Bedürfnissen des Naturhaushaltes nicht entspricht, da tritt die ungeschlechtliche Vermehrung, als suppletische Veranstaltung, in ihr Recht ein ..." Ja aber: Was ist denn dieser offensichtlich richtende "Naturhaushalt, die schaffende "Natur". Ein Faktor sui generis?

### **Wechsel in der Beachtung der verschiedenen Tatsachen je nach theoretischem Hintergrund**

Je nach theoretischem Hintergrund wurden die verschiedenen Tatsachen und Phänomene verstärkt beachtet oder vernachlässigt. Die Welt war während der Menschheitsgeschichte immer vorhanden, mit fast allen ihren Erscheinungen. Zu den verschiedenen Zeiten wurden jedoch unterschiedliche Dinge bevorzugt beachtet. Das Neue war vielfach neu für die Wissenschaft, nicht jedoch für die gewiß auch ab und an Neues hervorbringende Natur. ERNST MACH sagte (1883 / 1903, S. 252): "Wunderbar erscheint das Neue dem, dessen ganzes Denken hierdurch erschüttert wird und in gefährliches Schwanken gerät. Allein das Wunder liegt niemals in der Tatsache, sondern immer nur im Beobachter". Fallende Körper gab es immer. Zu verschiedenen Zeiten wurden unterschiedliche Dinge daran beachtet. Die Variabilität der Organismen wurde wenig gesehen zur Zeit von LINNÉ mit seiner Annahme von konstanten Spezies, aber danach gesucht von den Anhängern der Evolutionstheorie.

### **Sich widersprechende oder scheinbar widersprechende Tatsachen**

Gefundene Einzeltatsachen konnten sich anderen einzelnen Tatsachen widersprechen. So fanden einige Forscher, daß Pflanzen, es war namentlich Getreide, bei **Stickstoff-Düngung** mit Ertragszuwachs reagierten. Hülsenfrüchte reagierten nicht, verbesserten aber dennoch den Stickstoff-Haushalt im Boden. Es stritten sich "Stickstöffler" und "Mineralstöffler". Unter der Annahme, daß alle Pflanzen sich gleich verhalten, war der Streit berechtigt. Aber es erwies sich, daß tatsächlich Unterschiede gibt. HELLRIEGEL und WILFAHRT berichteten 1886, daß die Schmetterlingsblütler in Knöllchen an ihren Wurzeln Bakterien beherbergen, die den Stickstoff aus der Bodenluft aufnehmen und auch der Pflanzen verfügbar machen. Auch Entwicklungsphysiologen erhielten bei Keimen verschiedener Arten unterschiedliche Ergebnisse. Keimesstörungen bei Fröschen fand WILHELM ROUX sich nur unzureichend regenerieren, während HANS DRIESCH bei Seeigel-Keimen auf dem 2- und 4-Zellen-Stadium völlige Regeneration von Teilkeimen feststellte. Aus einem Halbkeim entstand ein Ganzkeim, sodaß durch Teilung von Seeigel-Eiern Zwillinge erzeugt wurden. Beide Forscher beobachteten richtig.

### **Liegegebliebene Tatsachen**

Oft wurden einzelne Tatsachen vermerkt, die zwar später wichtig wurden, aber zu ihrer Zeit nicht weiter verfolgt wurden. So berichtet 1530 BRUNFELS, daß die blauen Blütenköpfe der Wegwarte in Ameisenhaufen rot wie Blut werden. Erst im späten 17. Jh., bei R. BOYLE, werden Farbstoffe mit ihren Farbumschlägen als **Indikatoren für Säuren** und Basen benutzt. Und die Trennung aller Stoffe, gleich wie sie sonst aussehen, nach den Farbumschlägen nach sauer und basisch wurde dann eine grundlegende Grobtrennung der Substanzen.

Schon der Chemiker F. F. RUNGE beschrieb 1834 (S. 326) ausführlich die **fäulnishemmende Wirkung**, "fäulniswidrige Kraft", des von ihm aus dem Steinkohlenteer gefundenen **Karbolwassers** (Phenol). Jedoch erst in den 60er Jahren wurde "Karbolwasser" zur Fäulniserhütung und der Wundvereiterung angewandt. Im Jahre 1836 beschrieb BRONNER (STOHMANN 1874) die **Adsorptionsfähigkeit der Böden**, wodurch Mistjauche nach dem Passieren von Erde, selbst von Sand, klar herausläuft und die adsorbierten Bestandteile selbst an nachrückendes Wasser lange nicht abgeben werden. Erst mit LIEBIGs Mißerfolg mit unlöslichen Düngesalzen wurde der Fakt neu gefunden, durch THOMAS WAY, daß auch lösliche Salze (später: ihre Ionen) nicht sofort ins Grundwasser verschwinden, sondern an den Bodenbestandteilen festgehalten werden.

### **Falsche "Tatsachen" - Annahmen, die sich als schließlich nicht zutreffend erwiesen**

"Falsche Tatsachen" sind sprachlich ein Widersinn, aber es war so, daß öfters Dinge als gegeben beschrieben wurden, deren Existenz nicht zu bestätigen war, die also bei weiterer Forschung wieder zu streichen waren. "Tatsachen" waren dann keine "Tatsachen". Religiöse Schriften, ob im Hinduismus oder im Christentum, sind voll davon und Galerien mittelalterlicher Gemälde zeigen viele Märtyrerlegenden. Aber auch die Wissenschaft war nicht frei von ungeprüften Annahmen, zumal die vergangener Zeit. CONRAD VON MEGENBERG, im 14. Jh. Verfasser der ersten Naturgeschichte in deutscher Sprache, "Buch der Natur", berichtet wie erwiesen, daß der Biber von einem Jäger in die Enge getrieben sich selbst die Testikel ausbeißt und liegenläßt, weil man ihn wegen der Testikel, einem Heilmittel, jagt. Der Pelikan soll ihn Notzeiten seine Jungen mit dem Blut nähren, daß er aus seiner mit dem

Schnabel aufgeritzten Brust herausfließen läßt und wird mit den für die Menschen leidenden Christus verglichen. Kritisch war CONRAD VON MEGENBERG gegenüber der Angabe von PLINIUS, daß der scharfäugige Luchs auch durch Wände sieht. Mit der auf Realität ausgehenden Erfassung der Lebewesen in der Renaissance und im 17. Jahrhundert kam eine Bereinigung zahlreicher überlieferter Irrtümer, so der, daß Chamäleons von Luft leben und Löwen hohle Knochen besitzen. Vor allem in dunklen Zeiten wie dem des Dreißigjährigen Krieges kehrte Aberglaube aber auch zurück, von der verstärkten Hexenverbrennung bis zu angeblich kugelsicher machenden Salben. Gerade die Aufklärer wie CONDORCET (s. 1963) im 18. Jh. sahen in der auf die realen Dinge gerichteten naturwissenschaftlichen Forschung die Möglichkeit, Wunder, Aberglauben und Vorurteile zu beseitigen.

Eingebildete "Tatsachen" zu widerlegen kann schwierig sein. Es auch unmöglich sein, sie deduktiv von einer Theorie her zu widerlegen. An Ort und Stelle müßte Überprüfung stattfinden. CHAUVET meinte 1827, daß in nördlichen Ländern mehr Mißgeburten als in südlichen zur Welt kommen und daß Zivilisation und Domestikation die Zahl von Mißgeburten steigen läßt (J. - L. FISCHER 1994). Es gab aber keine statistische Absicherung dieser Behauptung.

Für lange Zeit wurde nahezu als Fakt unbesehen angenommen, daß ein Lebewesen während seines Lebens "neue" Eigenschaften annehmen kann und diese an die Nachkommen vererbt werden, also "**Vererbung erworbener Eigenschaften**" besteht. Vielen Europäer bräunt sich in den Tropen die Haut und es galt lange für viele als ausgemacht, daß seine Nachkommen infolge Vererbung dieser vermeintlichen Neuerwerbung noch stärker gebräunte Haut aufweisen. Über die Generationen hin sollten so die dunkelhäutigen Menschen entstanden sein. Die Eigenschaft, in reichlich Licht dunkles Pigment zu bilden, ist im Körper vieler Menschen jedoch angelegt, es entsteht also nichts "Neues", wird nur eine ererbte Reaktionspotenz ausgebildet. Manche hellhäutigen Menschen bräunen so gut wie gar nicht, haben also die Eigenschaft von Pigmentbildung nicht angelegt. Und, wie man manchmal auch erstaunt feststellte, bekamen nach dem Norden gebrachte dunkelhäutige Menschen, Neger, dort weiterhin dunkelhäutige Kinder. Namentlich der Freiburger Zoologe AUGUST WEISMANN hat ab 1883 diese "Vererbung erworbener Eigenschaften" widerlegt. Noch lange gab es Biologen, die das nicht akzeptierten.



Zwei Forscher konnten sogar unter **Anwendung derselben Methoden Dinge entgegengesetzt** sehen. Der italienische Histologe CAMILLO GOLGI fand, daß **Nervenzellen** im chromatin-gehärteten Hirngewebe mit Silbernitrat im Mikroskop sichtbar gemacht werden können und sah einen Zusammenhang der Nervenfasern, ein ununterbrochenes Nervennetz. Der spanische Anatom und Physiologe SANTIAGO RAMON Y CAJAL fand bei Anwendung derselben Methode seine Annahme bestätigt, daß die Nervenfasern mit Lücken, in "Synapsen", aneinanderstoßen (C. U. M. SMITH 1997). Beide erhielten, auch für weitere Befunde, zusammen dennoch 1906 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

Auch **Experimente** konnten später als nicht richtig gelten müssen. Der Chirurg ALEXIS CARREL glaubte gefunden zu haben, daß **isolierte Gewebezellen** unter günstigen Bedingungen niemals sterben, sondern sich immer wieder teilen, sie also als isolierte, nicht in einem Körper eingeordnete Körperzellen potentiell "unsterblich" sind. Das widerlegte 1961 LEONARD HAYFLICK, nach dessen Befunden sich isolierte normale menschliche Bindegewebezellen höchstens 50mal teilen, isolierte Hühnerzellen allenfalls 30mal (B. BORGEEEST 1991). CARREL hatte bei seinen Gewebekulturen offensichtlich unsauber gearbeitet und hat immer wieder neue Zellen in seine Kulturen hineingeschleppt. Widerlegt wurden die von dem Physiologen EMIL ABDERHALDEN als feststehende Tatsache angegebenen "**Abwehrfermente**" (U. DEICHMANN et al. 1998, J. LINDENMANN 1999), zuerst publiziert 1909 und das immer wieder in neuen Artikeln veröffentlicht. Auch andere immer wieder bestätigt haben, vor allem Mediziner. Der jüdische Biochemiker LEONOR MICHAELIS hat 1914 veröffentlicht, daß er und ein Mitautor ABDERHALDENs Abwehrfermente nicht bestätigen konnten. Das war das Ende der Karrieren von MICHAELIS, der in einem chemischen Laboratorium in einem Krankenhaus gearbeitet hatte. In den USA konnten etliche Biochemiker ABDERHALDENs Befunde ebenfalls nicht bestätigen. MICHAELIS ging 1922 in die USA und wurde hier später lecturer an der John Hopkins Universität in Baltimore und ging danach an das Rockefeller Institute in New York. ABDERHALDEN wurde nach der Widerlegung dieser "Abwehrfermente" sogar der Fälschung bezichtigt, was aber nicht der Fall sein muß. Auch aus gewissen unsicheren experimentell gewonnenen Ergebnissen können falsche Schlüsse gezogen werden. Autorität, wie sie ABDERHALDEN

besaß, hatten wohl zu der finsternen Entwicklung geführt. Die Abwehrfermente "verschwanden" aus der Literatur in den 1960-er-Jahren, "but nobody wrote a clarifying obituary" (U. DEICHMANN et al, 1998, S. 111).

Mancher Gelehrte **täuschte** auch Tatsachenkenntnis vor, die er nicht besaß. Als ERNST HAECKEL populärwissenschaftlich über Variabilität schrieb, ließ er seine Leser wissen, daß sie einen Gärtner betrachten sollten, der eine neue Rose züchten will und das durch Auslese kleiner Varianten unternimmt. Es gibt aber keinen Beleg dafür, daß HAECKEL mit Rosenzüchtern in Verbindung stand und seine Auffassungen waren vage. Auch bildete HAECKEL später Embryonen verschiedener Tierklassen wie gleichaussehend ab, um sein "Biogenetisches Grundgesetz" zu erläutern, gemäß dem die Frühstadien der Wirbeltierembryonen gleichartig aussehen. Das allerdings stimmt so nicht und HAECKEL hatte frühe Embryonenstadien der Wirbeltiere nicht selbst untersucht. HAECKEL wurde der Fälschung beschuldigt, aber auch entschuldigt, daß er mit seinen Zeichnungen nur aus didaktischen Gründen seine Ansicht vereinfacht darstellen wollte und keine Wiedergabe realer Wirklichkeit beabsichtigt war. Auch manche von HAECKELs Meerestieren konnten so nicht bestätigt werden.

Angesichts solcher Gegebenheiten mochte dann wenigstens fallweise zweifelhaft werden die Forderung des DDR-Physikers MAX STEENBECK (1977, S. 402): "... objektive Erkenntnisse können, weil nachprüfbar und von der Person unabhängig, als verbindlich für jeden Menschen gefordert werden; ...", legte allerdings nach "... auch wenn diese nie absolut und endgültig sein können" (S. 434). Was dann die etwa in der Bibel oder auch im Koran mitgeteilte Dinge betrifft, so meinte STEENBECK richtig: "... mögen dem einzelnen seine subjektiven Bilder noch so gewaltige Erlebnisse bedeuten - sie für andere als genauso "gültig" hinzustellen wie allgemein kontrollierbare Aussagen halte ich klar und schlicht gesagt für anmaßend." So etwas fordert der Papst. Fordert der Priester. Einem jungen Mann, der sich mit einer seinerseits zum Übertritt zum Katholizismus bereiten Frau verlobt hatte, jedoch dessen Verlobte an der chemisch unmögliche Transsubstantiation zweifelt, riet gemäß STEENBECKs Wissen der Priester zur Lösung der Verlobung, denn: "Wer so fragen könne, "gehöre nie in die" katholische "Kirche. Man beachte: Fragen allein war untersagt! Die Kirche fordert dann gern eben die Trennung von Chemie und den Glaubenslehren. Die Gedanken fortgeführt: "Gott" schenkt

natürlich keinem Volk eine "Heiliges Land". Wenn ein Volk sich das einbildet und friedlich bleibt, kann man sich da vielleicht einigen.

Bis in neue Zeit wurde immer wieder diskutiert, ob parapsychologische und **spiritistische Erscheinungen** existieren und damit Gegenstand wissenschaftlicher Forschung sein müßten (D. C. RAWSON 1978). Anhänger des Spiritismus waren in England immerhin die allerdings als self made-am in die Wissenschaft eingetretenen Sir WILLIAM CROOKES, führender Physiker und Chemiker, sowie der Biologe A. R. WALLACE, in Deutschland der Mitbegründer der Astrophysik F. ZÖLLNER und in Rußland der führende organische Chemiker ALEKSANDR BUTLEROV. Der andere große russische Chemiker DMITRI MENDELEJEW dagegen meinte, daß spiritistische Phänomene Trug sind und begründete das mit deren Nichtübereinstimmung, ihrer Inkonsistenz mit dem wissenschaftlichen Weltbild. Aber was ist das gesicherte wissenschaftliche Weltbild? Es ist eine zweifelhafte Argumentation, die Existenz oder Nichtexistenz von Tatsachen deduktiv anzuerkennen oder abzulehnen. Es hat sich manchmal als falsch erwiesen, daß "nicht sein kann, was nicht sein darf!" Aber die skeptische Haltung gegenüber den spiritistischen Phänomenen war grundsätzlich auch richtig.

Nicht bestehende oder falsch dargestellte "Tatsachen" sind sehr hinderlich, können sinnvolle Diskussionen unmöglich machen. DARWIN meinte einmal: "Unrichtige Tatsachen sind dem Fortschritte der Wissenschaft in hohem Grade schädlich, denn sie bleiben häufig lange bestehen. Aber falsche Ansichten tun, wenn sie durch einige Beweise unterstützt sind, wenig Schaden, da jedermann ein heilsames Vergnügen daran findet, ihre Irrigkeit nachzuweisen; und wenn dies geschehen ist, ist unser Weg zum Irrtume hin verschlossen und gleichzeitig der Weg zur Wahrheit geöffnet." Ob nun wirklich "jedermann" die "Irrigkeit" von falschen Ansichten, das heißt Hypothesen und Theorien, widerlegen will, sei dahingestellt, denn viele verhängnisvolle falsche "Lehren" blieben lange erhalten. Kritisch sind Geister vom Range DARWINs. Aber die Abhängigkeit von Hypothesen und Theorien von den richtig beschriebenen Fakten bleibt.

Eingebildete "Tatsachen" wurden in den meisten Fällen jedoch wohl doch eines Tages widerlegt. Das gilt sogar für die neuere politische Geschichte, die im Interesse von Machthabern und Parteien bis in die Tatsachen verschwiegen und verfälscht wurde. Stets gab es noch widerlegende "Gegner" irgendwo auf der Erde. Um in den Naturwissenschaften eine "Tatsache", ein "Phänomen"

anzuerkennen, wird **mehrfache Beobachtung**, bei Laboratoriumsvorgängen die **Reproduzierbarkeit** verlangt. Einmalig gesehene Dinge werden bestenfalls als Randerscheinung mitgeteilt, mit Vorbehalt und der Aufforderung nach weiterer Feststellung.

### **Leugnung existierender Dinge**

Wissenschaftler konnten jedoch auch so skeptisch werden, daß sie **Dinge ableugneten**, die sich eines Tages doch als existent erwiesen. Wenn Wissenschaftler Dinge leugneten, die dann doch anerkannt werden mußten, erhob sich gern Spott gegen die angebliche Borniertheit der Fachgelehrten. Etwas Skeptizismus steht der Wissenschaft jedoch gut an. An phantastischen Dingen wird zu viel berichtet.

Im Zeitalter der Aufklärung im 18. Jahrhundert wurde zurückgewiesen, daß Materie aus dem Weltall, daß "**Meteore**" auf die Erde fallen. Meteore wurden in früheren Jahrhunderten oft als Boten für Unglück angesehen und bei der Beseitigung von Aberglauben fielen sie mit auf die den Stall des Aberglaubens ausfegende Kehrschaufel. Angeregt durch von PALLAS beschriebene Eisenmassen bemühte sich seit 1794 ERNST FLORENS FRIEDRICH CHLADNI (s. 1819), alle Berichte über Meteore zu sammeln und ihre kosmische Herkunft nachzuweisen. Für die kosmische Herkunft sollte etwa sprechen, daß Meteore unabhängig von den Jahreszeiten, den Tageszeiten, den Weltgegenden und dem Wetter eintreffen. CHLADNI hatte sich aber auch auseinanderzusetzen mit angeblich herabgefallenen Haaren, herabgefallener blauer Seide und ähnlichen Behauptungen. Die Geologen verkannten bis in das 20. Jahrhundert die Häufigkeit von auf die Erdoberfläche auftreffenden Meteoren und die Astronomen mußten ihnen den Blick dafür öffnen, in welchem Ausmaß die Oberfläche mancher Himmelskörper, etwa des Erdmondes, durch Meteorkrater gestaltet ist. Gewiß hat die Erde eine Atmosphäre, in der viele Meteore verglühen, anders als auf dem Erdmond ohne Atmosphäre und Magnetfeld. Auf der Erde sind die Spuren einstiger Meteoreinfälle meistens der Verwitterung anheimgefallen oder mit Vegetation bedeckt. So dauerte es bis in das 20. Jahrhundert, bis etwa für das flache "Nördlinger Ries" in der hügeligen Schwäbischen Alb in Süddeutschland die Entstehung durch Vulkanismus zurückgewiesen und die Entstehung durch einen lange zurückliegenden Meteoreinfall gesichert wurde.

Gerade bedeutende Forscher haben an manchem **gezweifelt**, an der Existenz der **Atome** BERTHELOT und MENDELEJEV, an der **Einzelligkeit der Protozoen** der seinerzeit führende Protozoenforscher EHRENBERG. Was hätte der Abiturlehrer gesagt?

#### 4. Grundtätigkeiten (Operationen) in der Wissenschaft

##### **Beobachtung, Beobachten, Wahrnehmung von Dingen**

Beobachten ist die Wahrnehmung von Objekten. Unterschieden (E. STRÖKER 1973) wurde 1. ein **unmittelbar** wahrnehmendes Konstatieren, 2. ein "**instrumentelles** Beobachten" mit Hilfe von Instrumenten, so Fernrohr und Mikroskop. Im Falle der Benutzung von Instrumenten muß man sich über deren Wirkungsweise, deren Funktionieren und damit deren Möglichkeit der Tatsachenwiedergabe im Klaren sein.

Beobachtung ist dem Experiment nicht entgegengesetzt, da auch der Verlauf eines Experimentes beobachtet, ja dabei protokolliert werden muß. Wo endet die "reine" Beobachtung und beginnt der schon als "experimentell" zu bezeichnende Eingriff? Etwas mit der Lupe oder sogar dem Mikroskop anschauen ist noch kein Experiment. Aber für mikroskopische Untersuchung müssen viele Objekte zubereitet, präpariert, etwa fixiert und gefärbt werden. Auch Anzucht von Pflanzen zur Beobachtung ihrer normalen Entwicklung oder Öffnen von Vogeleiern nach bestimmten Tagen ihrer Ablage und Bebrütung ist noch kein Eingriff. Es gibt zweifellos Übergänge zum Experiment.

Beobachtung ist ohne vorherige Aufgabenstellung, ohne Wissen von dem, was denn beobachtet werden soll, also ohne alle Hypothese oder Theorie, kaum möglich.

"**Sehen**" ist vom Wissen des Beobachters stark mitbestimmt. **Viele Dinge** sind erst **nach längerer Vertrautheit** mit bestimmten Objekten, mit Erfahrung zu **sehen**.

Der in der Mitte des 19. Jahrhundert auf der Kanalinsel Jersey wirkende Pflanzenzüchter J. LE COUTEUR suchte nach **Varietäten** in seinem **Weizenfeld**. Er fand es jedoch "rein und frei von Vermischung ...". Ihn besuchte der spanische Kulturpflanzenbotaniker LA GASCA und LE COUTEUR ersuchte ihn, seinen Weizen zu betrachten. "Aber wie erschrak ich", berichtete

LE COUTEUR 1843 (S. 6), "als er in meinem Weizen 23 Varietäten ... ausschied." Der US-amerikanische Biologe THOMAS HUNT MORGAN suchte nach 1900 in seinen Kulturen der kleinen Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* nach **Variationen**, also sichtbar abgeänderten Individuen, die er gemäß der von HUGO DE VRIES an Pflanzen entwickelten Mutationstheorie auch hier erwartete. Lange Zeit fand er keine "Mutation". Als MORGANs Studienfreund und Kollege ROSS GLANVILLE HARRISON (1977), ein führender Entwicklungsphysiologe, um 1910 MORGAN in dessen NewYorker Laboratorium aufsuchte, wies MORGAN auf die Flaschen, in denen die Tauffliegen schwirrten und sagte: "Das sind Jahre vergeudeter Arbeit. Ich habe die ganze Zeit die Fliege kultiviert und habe durch sie nichts herausgefunden." Aber in diesem Jahre 1910 fand MORGAN die ersten Mutationen und fand in den nächsten Jahren noch viele weitere. Betroffen waren von beobachteten Abänderungen die verschiedensten Merkmale, die Augenfarbe, die Borstenzahl, die Borstenstellung, das Flügelgeäder, die Ausbildung der Körperglieder, die Färbung mancher Körperteile. Diese Abänderungen waren kaum alle erst 1910 zum Vorschein gekommen, sondern sie waren offenbar übersehen worden. Die Vertrautheit mit dem kleinen Versuchstier hatte bisher nicht ausgereicht, die feinen Abänderungen zu erkennen. Aber das änderte sich nun. Einer der bedeutenden MORGAN-Schüler, CALVIN BLACKMAN BRIDGES, wurde dann der Meister im Herausfinden der Abänderungen. Die aufgefundenen Mutationen waren die Voraussetzung für jene Kreuzungsexperimente, mit denen MORGAN die Chromosomentheorie der Vererbung ausbaute.

Forscher, die über bestimmte Probleme grübelten, konnten durch eine **Beobachtung** offensichtlich **rasch in eine bestimmte Richtung** gewiesen werden. Der Alpengeologe HORACE BEBEDICT DE SAUSSURE in Genf nahm für die Entstehung steilstehender Gesteinsschichten zuerst an, daß sich Sedimentflocken an ein präexistierendes Relief niederschlagen, also schrägstehende Gesteinsschichten sich von Anfang in Schrägstellung bilden. Als er jedoch senkrecht stehende grobe Konglomerate von Kopfgröße aus dem Karbon sah, löste er sich von dieser Ansicht wenigstens für die Steilstellung grober Gesteinsbrocken und nahm an, daß sie sich waagrecht abgelagert hatten und erst später steil gestellt wurden (M. PFANNENSTIEL 1970). Als der französische Geologe ELIE DE BEAUMONT über die Entstehung des Rheintalgrabens mit den ihm seitlich parallel in Nord-Süd-Richtung ziehenden Randgebirgen Vogesen im Westen und Schwarzwald im Osten nachdachte,

eröffnete ihm nach eigener Darstellung am 28. Juli 1836 der Blick bei klarem Wetter auf der Höhe des Weißenstein bei Solothurn nach Norden eine neue Erklärung für die Entstehung der Landschaft. Er erfaßte die Vorstellung von einem von unten emporgehobenen Gewölbe, dessen Schlußsteine einbrachen, das also zerriß. Eingebrochen erschien der in Nord-Süd-Richtung ziehende Rheingraben, stehengeblieben waren die Gewölberänder - als Vogesen und Schwarzwald als ebenfalls in Nord-Süd-Richtung ziehende Mittelgebirge (M. PFANNENSTIEL 1970).

Der Chemiker LIEBIG (1870, S. 209 / 210) gab einmal zu bedenken, ob nicht die "einfache Beobachtung einer Naturerscheinung, die ohne unser Zuthun sich gestaltet", sehr viel wichtiger ist, "häufig viel schwieriger als die Vorgänge, welche im Experiment unser Wille hervorbringt; in der ersteren spiegelt sich immer die Wirklichkeit, in dem Experimente unsere unvollkommenen Begriffe ab." LIEBIG verwies auf die zwischen Felsenritzen an Alpenhängen wachsenden Bäume, die unmöglich nur aus der wenigen Erde zwischen ihren Wurzeln ihren Kohlenstoff ziehen konnten, sondern nur aus der Verwertung des Kohlendioxid in der Luft.

Auf viel an Beobachtung ruhte die **Ethologie**, die Erforschung des Verhaltens der Tiere, wie es neben anderen vor allem KONRAD LORENZ (F. R. WALTHER 1999, S. 463) voranbrachte. Über die Tiere in der Natur, auch der höheren, der Vögel etwa, war noch viel unbekannt. Experimente konnten folgen. Im Nachruf (J. B. KREBS et al. 1992; S. 214) der Royal Society auf LORENZ heißt es: "He rarely did replicated, controlled experiments, but reached conclusions, sometimes correct and sometimes, with the benefit of hindsight probably incorrect, on the basis of careful and detailed observation of the spontaneous behaviour of animals living around him."

Bedacht werden muß, inwieweit der Beobachter auf die Beobachtung einwirkt, das Beobachtete gegenüber dem unbeobachteten Ablauf verändert. Wer sein Einschlafen beobachten will, der wird davon wachgehalten und wird nicht Einschlafen. Vogelbeobachtung am Nest ist kaum störungsfrei durchzuführen. Den Lauf von Gestirnen kann ein Beobachter nicht beeinflussen. "Science", schrieb G. G. SIMPSON 1963 (S. 85), "is man's \_exploration of his universe".

## **Dokumentieren, Beschreiben**

Wissenschaft verlangt Austausch, Kommunikation unter den Wissenschaftlern. Das verlangt Dokumentation der erzielten Ergebnisse, ob in Bildern, Graphiken, Katalogen, Zeichnungen oder Beschreibung. "Beschreiben" kann auch mündliche Mitteilung sein. Die benutzte Sprache sollte einen Sachverhalt deutlich und in allen Beziehungen wiedergeben können. Möglich wurde das namentlich durch die Erfindung des griechischen Alphabets. Dadurch nahm die "griechische" Kultur eine eigentümliche Prägung an und konnte "sich in ungewöhnlichem Maße in ungewöhnlicher Reinheit erhalten" (Y. ELKANA 1986, S. 107). Auf dem übermittelten Wissen der Griechen, das adäquat reproduziert und im wesentlichen richtig verstanden werden konnte, konnte die abendländische Wissenschaft aufbauen.

Gerade in objektreichen Naturwissenschaften ist die genaue und sichere **Beschreibung** wichtig, stand wenigstens zuerst im Vordergrund, und es wurde von "**deskriptiven**" **Wissenschaften** gesprochen. Eine Abwertung von "Beschreibung" ist falsch. Beschreibung ist allerdings nicht unabhängig von Hypothesen. Die Verständigung ist oft gebunden an bestimmte Vorgaben und Schemata, auch an verbindliche Termini und Begriffe, letztere namentlich **Fachausdrücke**. Einfacher und präziser lassen sich viele Sachverhalte in mathematischen oder (teilweise auch) chemischen Formeln wiedergeben. Neue Entdeckungen und Erkenntnisse müssen zunächst oft in den schon geläufigen Begriffen mitgeteilt werden, bis neue adäquate Ausdrücke, auch mathematische, gefunden werden. NIELS BOHR meinte dazu 1954 (s. 1958, S. 68), daß "alle Kenntnisse anfänglich innerhalb eines der Beschreibung früherer Erfahrung angepaßten begrifflichen Rahmens ausgedrückt" werden, aber "sich jeder solcher Rahmen mit der Zeit als zu eng erweisen kann, um neue Erfahrungen zu umfassen."

Tatsachen waren manchmal **nicht leicht zu erfassen**. Mit einem neuen unvollkommenen Instrument wie dem Mikroskop wurden zuerst von den verschiedenen Untersuchern die Dinge auch unterschiedlich gesehen, wie das Verhältnis der kleinen Ganglienkugeln im Nervensystem zu den Nervenfasern und der Dorpater Physiologe F. H. BIDDER klagte 1847 (S. 2/3): "Denn theils standen die Angaben verschiedener Forscher in dem grellsten Widerspruche zu einander, theils wollte es dem Einen nicht gelingen, die Erfahrungen der Anderen zu wiederholen, theils endlich tritt in manchen dieser Erfahrungen die innere Unwahrscheinlichkeit so auffallend hervor, dass selbst der lebhafteste



Wunsch zu einem auch nur vorläufigen Abschluss in dieser Angelegenheit zu gelangen, unbefriedigt bleiben muss."

Manche **Datenmassen** sind erst in **Tabellen** oder in **Graphiken** faßbar, übersichtlich "beschreibbar". Niemand könnte sich die Längen - und Breitengrade aller Orte in Worten erfassen, geschweige denn merken, nicht einmal in Tabellen. Aber die **geographische Karte** läßt sie rasch überschauen.

## **Unterscheiden, Differenzieren - und auch Zusammenfassen**

### **Zerlegen, Analysieren**

Alle dafür geeigneten Objekte, ob Substanzen oder Organismen, wurden zerlegt, in möglichst viele, im Idealfall in alle ihre Bestandteile. Mit der Erfassung der Einzelbestandteile eines zusammengesetzten Naturkörpers oder einer Naturerscheinung wurde gehofft, Erkenntnis über das Wesen dieses Naturkörpers zu bekommen, seine Eigenschaften möglicherweise aus seinen einzelnen Bestandteilen zu "erklären". Allerdings ließen sich etwa die Eigenschaften des Wassers nicht etwa aus Addition der Eigenschaften seiner Einzelbestandteile Wasserstoff und Sauerstoff ableiten. Es war geradezu ein Kennzeichen der neuen Naturforschung des 17. Jh., **einzelne Vorgänge** der Natur, so bei GALILEI den Fallvorgang und die Pendelschwingung (W. HEISENBERG 1973, S. 110), **herauszulösen** und gesondert zu betrachten. NEWTON verglich den Forscher mit dem Kinde am Meeresstrand, das einzelne schöne Kiesel sammelt und sich über sie freut, also statt eines Gesamtüberblicks Einzelfälle im Naturgeschehen enthüllt. Das erschien jedenfalls als Anfangsstadium unvermeidlich. Es galt in den einzelnen Bereichen das immer Vorhandene von dem Zufälligen zu trennen (A. KÖLLIKER 1867, S. 3).

NEWTON zerlegte das **Licht** beim Durchgang durch Prismen und zog es in verschiedenfarbige Bestandteile auseinander. **Chemische Substanzen** wurden in ihre Bestandteile, ihre Komponenten zerlegt, wobei offenblieb, in welcher Form nun die bei der Zerlegung trennbaren Komponenten in der Verbindung weiterexistierten, aber es ließen sich unterscheiden elementare und zusammengesetzte Stoffe. Die **Atomphysik** faßte subatomare Elementarteile. Die Organismensubstanz suchte man herab bis zu den sie zusammensetzenden chemischen Elementen, das heißt Kohlenstoff, Stickstoff usw. zu zerlegen, aber auch nur zu jenen Substanzen, die offenbar im lebenden Organismus bestehen,

ob Zitronensäure, Myosin u. a., den "**ursprünglichen Prinzipien**". Die Petrographen zerlegten die **Gesteine** in ihre **mineralischen Bestandteile**, wobei in zahlreichen Gesteinen die Mineralkomponenten infolge ihrer unterschiedlichen Färbung oder ihres unterschiedlichen Glanzes bereits mit bloßem Auge oder bei mäßiger Vergrößerung zu erkennen sind. **Anatomen** sowie **Biologen** zergliederten Lebewesen und trennten ihre Strukturen, namentlich ihre **Organe**, **Gewebe** und schließlich **Zellen**, letztere in **Zellorganelle**. Die Physiologen suchten die **einzelnen Lebensvorgänge** getrennt festzustellen und auf auch außerhalb des Organismus ablaufende physikalische und chemische Vorgänge zurückzuführen.

Die Zerlegung, die Analyse der "Welt", führte zu einem **atomistischen Bild** der Wirklichkeit. Wie weit aber mochte diese Zerlegung noch einigermaßen reale Bilder liefern? Daß Atome Partikel abgeben, sichtbar gemacht etwa in einer Nebelkammer, sagte nichts über die Existenz solcher Partikel als diskrete Gebilde schon im Atom.

### **Feststellung von Verschiedenheiten, Differenzen all-überall**

**Verschiedenheiten** festzustellen und zu beschreiben war ein grundlegendes Bestreben der Wissenschaft, namentlich bei der Erfassung der Natur"körper". Getrennt zu erfassen suchte man alle **einzelnen unterscheidbaren Naturkörper**, die Arten und auch innerartlichen Einheiten (intraspezifische Taxa) der Organismen, die einzelnen Himmelskörper, die Mineralien und Substanzen. Bei anderen, zusammengesetzteren Gebilden wurden so viel wie möglich "**Schichten**", Lagen, unterschieden, und fanden sich in den einzelnen dieser Schichten durchaus oft beträchtliche, auch für das Verstehen des Ganzen wesentliche Unterschiede. **Schichten**, Lagen wurden getrennt beachtet und beschrieben bei den die Organen im Körper der Organismen. So bei der **Haut** auch des Menschen mit Epidermis, Corium und weiteren Feinheiten., bei der Nebenniere mit der Unterscheidung von etwa Außenschicht und Mark. In der Geologie ist ganz wesentlich die **Trennung der Gesteinsschichten**, im Fortgang der Erdgeschichtsforschung immer mehr verfeinert und gekennzeichnet durch eine Fülle von oft den Lokalitäten entnommenen Namen- In der **Atmosphäre der Erde** werden von unten nach oben durch eigene Eigenschaften gekennzeichnete Straten, Schichten unterschieden Troposphäre, Stratosphäre, Mesosphäre, Thermosphäre, Exosphäre, mit noch der weiter gegliederten Ionosphäre (A. P. SPEISER 2001).

Die Unterschiede der Dinge sind teilweise nur noch für den Spezialisten erfaßbar, so, wenn sich manche Spezies von Insekten nur in den Geschlechtsorganen unterscheiden lassen. Auch die Erfassung solcher Unterschiede ist theorieabhängig. Es wurde manchmal erörtert, ob wirklich alle **feinen Unterschiede in den Naturgegebenheiten erfaßt** werden müssen. Es ist wohl erwiesen, daß auch die Feststellung feiner, ja feinsten Unterschiede neue Einblicke auch von allgemeiner Bedeutung gebracht hat. Etwas verallgemeinert schrieb der Naturforscher ROBERT BOYLE 1661 (s. 1929, S. 83) von der "Mannigfaltigkeit", "die so viel zur Vollkommenheit des Weltalls beiträgt, ..." Bei OTTO VON GUERICKE 1672 (s. 1968, S. 248) hieß es: "Denn der Mannigfaltigkeit erfreuen sich die Dinge, und in ihr besteht die Vollkommenheit der Welt", und Amerika beherberge eben andere Lebewesen als die alte Welt. Was wäre die Evolutionsbiologie ohne die Feststellung auch feiner, ja feinsten Unterschiede bei den Lebewesen, der Mikromutationen etwa. Sicherlich muß **auch zusammengefaßt** werden, müssen die Allgemeineigenschaften ebenso beachtet werden.

In einer endlichen Welt wäre zu erwarten, daß alle getrennt wahrnehmbaren Teile eines Tages erfaßt sind. Der Anatom W. HIS meinte 1872 (S. 5) aber auch: "Bei der verwickelten Organisation unseres Körpers und bei ihrer bis ins unmessbar Feine gehenden Durchführung ist es geradezu undenkbar, dass es je gelingen werde, alle Eigenschaften und Beziehungen der Theile durch das Wort zu erschöpfen". Die Beschreibung und **Unterscheidung** kommt in Worten eher an ihre Grenzen als etwa **in Abbildungen**, auf Tafeln oder auf geographischen Karten verschiedener Art.

### **Fortschritte in den Wissenschaften durch Differenzierung, nicht immer bis zum Feinsten**

Gelehrte im 17. Jahrhundert versuchten die im Kosmos wirkenden "**Kräfte**" zu unterscheiden. GUERICKEs unterschied 1672 (s. 1968) eine als "Antrieb" bezeichnete "unkörperliche Erdwirkkraft", eine "Abstoßungskraft der Erde", eine "Richtkraft der Erde", die "Drehkraft", die "Hall - und Widerhallkraft", die "Wärmkraft", die "Leucht - und Farbgebungskraft". Solche Versuche gab es noch viele. Der "Kraft"begriff blieb einer der umstrittensten in der gesamten Naturforschung (s. etwa S. TÖLTÉNYI 1838). Um 1600 hatte WILLIAM

GILBERT die "**vis electrica**", die für die Anziehung geriebener Körper zuständig erschien, vom der **magnetischen Kraft** unterschieden, und KEPLER erörterte Magnetwirkung im Weltall. Da gab es die von NEWTON postulierte **Gravitation**, auf die sich die wechselseitige Anziehung der Himmelskörper und der Fall von Körpern zurückführen ließ. Das Aufsteigen von Flüssigkeiten in Saugpumpen konnte als Folge des auf der Flüssigkeit lastenden **Luftdrucks** nachgewiesen werden. F. HAUKS BEE, um 1700 Demonstrator für Experimente bei der Royal Society in London, erwies namentlich ab 1708, daß in engen Röhren Flüssigkeiten aus anderem Grunde als dem Luftdruck emporsteigen, erfaßte damit die **Kapillarität von Flüssigkeiten**. HAUKS BEE sah eine Anziehungskraft am Werk, die nach einem universellen Gesetz der Natur wirkt, sich aber andererseits von der Gravitation NEWTONs zu unterscheiden schien.

Für den Praktiker war die Erfassung von Unterschieden oft ebenso wichtig wenn nicht wichtiger als die Erkenntnis von den allgemeinen Eigenschaften bestimmter Gruppen von Naturgegenständen. Die **Hölzer** der verschiedenen Baum-Arten unterscheiden sich in ihren Eigenschaften und nur bestimmte Hölzer waren für Wasserbauten, für Schiffsmasten und anderes geeignet, ein schon früh vorhandenes Erfahrungswissen. Ebenso sind die einzelnen **Metalle** und ihre Legierungen für viele Verwendungszwecke, ob für die Elektrizitätsleitung oder als Leichtmetall für den Bau von Straßenfahrzeugen und Flugzeugen, nicht oder nur begrenzt austauschbar. In der **Chemie** wurde ungeachtet aller Verallgemeinerung von Befunden das **Unterscheiden der Substanzen** stets ganz hochgehalten, sprach man deshalb von der "Scheidkunst", die für die verschiedensten Zwecke die unterschiedlichen Materialien lieferte. ROBERT BOYLE, einer der Begründer der wissenschaftlichen Chemie, unterschied etwa 1661 (s. 1929) als die verschiedene Substanzen kennzeichnenden äußeren Merkmale Farbe, Geruch, Geschmack, Löslichkeit, Schwere, Reaktionsfähigkeit, und immer wieder wurde nach weiteren Merkmalen zur Stoffunterscheidung gesucht. Für die Unterscheidung der Mineralien wurde im 18. Jh. die "Härte" als wichtiges differenzierendes Merkmal erkannt, wobei zur Feststellung der Härte die Mineralien geritzt werden mußten, also einen Eingriff, hier einen leichten, durchgeführt werden mußte. Gerade in der Chemie mußten zur präparativen Darstellung der verschiedenen Substanzen **Trennverfahren** entwickelt werden, die teilweise immer aufwendiger wurden. Chemie wurde zu Recht einst auch als "Scheidkunst" bezeichnet. BOYLE im 17. Jh. unterschied wie andere damals

auch äußerlich oft gleich aussehenden **Salze**, und verwies etwa auf das verschiedene Verhalten von Weinstein- und Hirschhornsalz, die verschiedenen Eigenschaften von Bernsteinsalz, Urinsalz, Salz von Menschenschädeln. Differente Eigenschaften beschrieb BOYLE bei den Pflanzenölen, von denen Zimtöl und Gewürznelkenöl wie das Öl verschiedener Holzarten im Wasser zu Boden sinken, während das Öl der Muskatnuß und anderer Pflanzen auf der Wasseroberfläche verbleiben. Um die Substanzen des Steinkohlenteers (C. B. MANSFIELD 1849) getrennt zu erhalten, wurde in der Mitte des 19. Jh. schon viele Male **destilliert**. Die Isolierung der vielen organischen Stoffe war etwa im 20. Jh. an beeindruckende Trennverfahren, so **Chromatographie** und **Elektrophorese**, gebunden. Um das **Uran-Isotop 235** vom übrigen Uran, namentlich Uran 238, zu trennen, waren zum Bau der Atombombe Trennanlagen von der Größe einer Stadt erforderlich.

In der Medizin war viel an die Unterscheidung der **verschiedenen Krankheiten** gebunden. Was in frühen Zeiten als "Pest" beschrieben wurde, muß nicht immer dasselbe gewesen sein. Bei einer Fleckfieberepidemie in Philadelphia 1823 fand der Arzt WILLIAM WOOD GERHARD, daß an Typhus Erkrankte Geschwüre im Darm haben, an Hungertyphus, also an Fleckfieber Erkrankte, nicht, wodurch die Trennung der beiden verschiedenen Krankheiten Typhus und Fleckfieber möglich wurde (S. WINKLE 1997). Noch lange wurde aber Fleckfieber in Europa nicht als eigene Seuche erkannt und wurde als "Typhus" bezeichnet, hieß Hungertyphus, Kriegstyphus, Kerkerfieber oder dergleichen. Schwierig war die Unterscheidung der Gehirnkrankheiten. Der Irrenarzt ALOIS ALZHEIMER (K. und U. MAURER 1999) behandelte 1901 einen ersten Fall jener "präsenilen Verblödungsform", die der Psychiater EMIL KRAEPELIN als "Alzheimersche Krankheit" bezeichnete und deren allgemeine Anerkennung, deren differentialdiagnostische Abtrennung von anderen Krankheiten, erst um 1966 erfolgte, als die "Verkalkung" als Ursache widerlegt wird und erst noch später als "Alzheimer", die Krankheit der 1984 mit 64 Jahren gestorbenen Schauspielerin RITA HAYWORTH und des alten Ex-Präsidenten RONALD REAGAN in den allgemeinen Sprachgebrauch eingeht. Nunmehr, im 21. Jahrhundert, kommt erneute Forderung nach weiterer Differenzierung, mit der Frage, ob jeder "Alzheimer" derselbe "Alzheimer" ist.

**Unterscheidung** war wichtig auch **bei Ergebnissen von Vorgängen**. In der Geologie galt es im 20. Jh. die durch **Meteoriteneinfall** hervorgerufenen

**Trichter an der Erdoberfläche** deutlich von solchen **aus Vulkanausbrüchen** zu trennen. Das Auftreten bestimmter Gesteinstypen und Verformungen von Gestein wurden schließlich als "untrügliche" Zeichen für Meteoritenwirkung erkannt (J. C. WYNN et al. 1999), auch in Analogie zu Erscheinungen, die durch die direkte Erforschung der Mondoberfläche gefunden wurden.

Wurde unterschieden, immer feiner, so galt es im Interesse des Überblicks, Zusammengehörendes unter passenden Oberbegriffen zu vereinen, etwa die Species in Gattungen, diese in Familien, diese in Ordnungen, in Klassen und Stämmen, wobei diese taxonomischen Kategorien ebenfalls nach sinnvollen Kriterien zu trennen waren. Auch verloren, wie HIS (1872, S. 5) schrieb, manche einmal sorgsam beschriebenen Details beim Fortgang der Forschung an Wert. Die Bündel und Fasern der Muskeln variieren individuell, also mußte man sie nicht einzeln erfassen. Das "Wesentliche" in irgendwelchen Naturkörpern ist, wie HIS (1872) darlegte, zeit- und subjektbedingt. Es gab Zeiten, da "Nerv" und "Sehne" kaum getrennt wurden, aber mit der Entwicklung von Anatomie und Physiologie wurden die Unterschiede als ganz wesentlich erfaßt. Die Knochenbälkchen wurden erst beachtet, als der Züricher Anatom HERMANN MEYER erkannte, daß ihre Lagerung der Beanspruchung der Knochen folgt und Einblick in die Ausbildung von Strukturen im menschlichen Körper geben. Mit der Deszendenztheorie wurde die Variabilität der Arten für die Forschung wichtiger als sie es bei der Spezies-Beschreibung im Sinne LINNÉs gewesen war.

### **Unterschiede in den Möglichkeiten der Differenzierung bei den verschiedenen Dingen**

Die Unterscheidung und Benennung der "Naturkörper" kann nicht bei allen in gleicher Weise geschehen, es sind bei jeder **Differenzierung eigene Gesichtspunkte** zu berücksichtigen. Die Unterscheidung und Benennung der "Naturkörper" kann nicht bei allen in gleicher Weise geschehen, es sind bei jeder **Differenzierung eigene Gesichtspunkte** zu berücksichtigen. Weil es LINNÉ gelang, bei Tieren und Pflanzen **Species** zu unterscheiden, wollte der große Nomenklator LINNÉ "Species" auch bei Mineralien und selbst Krankheiten zur Einteilungsgrundlage machen. Das gelang schon ihm schlecht, Der auch als Mineraloge tätige JOHANN JAKOB FERBER 1774 (S. 35) sah seinerzeit, daß die "meisten Körper des Mineralreichs" "blosse Abänderungen

und verschiedene Grade der Mischung" wären, die sich weniger trennen lassen als Tiere und Pflanzen. Auch FERBER aber meinte, daß man "Dinge, die sich unterscheiden lassen, wenigstens in den Gedanken und Worten von einander" trennen sollte.

Als bei Pflanzen und Tieren zahlreiche Abänderungen gefunden wurden, die auch als Übergänge zwischen Arten erschienen, wurde die scharfe Trennung auch für sie wieder zweifelhaft. JOHANN WOLFGANG von GOETHE etwa verwies auf die mannigfaltigen Abänderungen bei den einzelnen Pflanzentypen und überlegte gar, ob man die Orchideen nicht als "monströse Lilien" bezeichnen könnte. Mit der Evolutionstheorie wurde die Variabilität der Tier- und Pflanzenformen zu einer neuen Grundlage biologischer Forschung und wurde bisweilen die Trennung der Organismenwelt in Arten wegen des anzunehmenden Fließens zwischen ihnen fast zweifelhaft, wenigstens als der Natur übergestülpt bezeichnet. Mit der Annahme konstant anzunehmender Erbanlagen wurde eine neue Stabilität in den Organismen gesehen.

### **Präzisieren**

Unter "Präzisieren" kann ein sehr genaues, auch auf genauer Messung bestehendes Differenzieren verstanden werden. Genauigkeit, Präzisieren in der Beobachtung von Sachverhalten leistete im 16. Jh. der Astronom TYCHO BRAHE (A. KOYRÉ 1998) bei der Feststellung der Sternorte mit seinem großen Mauerquadranten.

Von Ökologen wurde gefunden, daß jede Tierart ein eigenes Biotop bewohnt, oft nur wenig von dem Biotop nahe verwandter Arten unterschieden, aber eben doch unterscheidbar. Die Rohrsänger-Arten leben alle im Schilfgürtel von Gewässern. Erst sehr genaue, "präzise", langdauernde Beobachtungen zeigten, daß die verschiedenen Arten in etwas unterschiedlich geartetem Rohr brüten, bei aller Ähnlichkeit jede Art in einer eigenen "Nische" existiert (M. GLAUBRECHT 1995).

### **Vergrößerung, Verstärken, Verstärkerinstrumente**

Dinge zu vergrößern, Naturvorgänge zu "verstärken" erschien mindestens ab 17. Jh. als ein geeignetes Mittel, die Naturvorgänge besser zu verstehen, die begrenzte Leistungsfähigkeit der menschlichen Sinnesorgane zu übertreffen,

denn das Auge "sieht" eben nur Dinge ab einer gewissen Mindestgröße. In der Biologie, in der das Mikroskop fast wie ein Symbolinstrument wirkt, wurde schon etliche Zeit vor der Entwicklung der neueren Mikroskopie gemeint, daß sich gerade im "submikroskopischen" Dimensionsbereich Aufschlüsse über fundamentale Lebensvorgänge verbergen" (P. SITTE 371), und Physik und Chemie sahen ebenso in der makroskopischen Welt nur ein Ergebnis mikrokosmischer Ereignisse.

Dem "Menschen" wurde, wie LUDWIG BOLTZMANN 1899 (S. 108) hervorhob, "nur ein kleiner Bereich eines grossen Naturganzen direct geoffenbart", von den elektromagnetischen Strahlen also nur ein begrenzter Bereich, der des sichtbaren Lichtes. MAX BORN (1965) betonte, wie ihn zum Nachdenken brachte, daß Farbenblinde die Welt wohl anders als Leute mit "normalen" Augen sehen und doch auch die Farbenblinden meinen, daß sie objektive Erkenntnis gewinnen. Insekten nehmen teilweise andere Bereiche des Farbenspektrums als Säugetiere wahr. Manche Agenzien werden zwar nicht von Sinnesorganen registriert, aber etwa energiereiche Strahlen, ob Röntgen - oder Gammastrahlen, erzeugen ab gewisser Stärke Hautverbrennungen. Nicht durch die Sinnesorganen registrierbare Agenzien lassen sich oft in **wahrnehmbare umwandeln**, etwa auf dem Bildschirm. Wollte man nach BOLTZMANNs Bemerkung (1899) wegen der vielen den Sinnesorganen verschlossenen Bereiche vielleicht mit dem "Schöpfer" "rechten", so wurde andererseits der menschliche "Verstand befähigt, die Erkenntnis des Uebrigen durch eigene Anstrengung zu erringen."

**Vergrößerungsinstrumente** gibt es ab kurz nach 1600 als **Teleskop und Mikroskop**, und solche Instrumente wurden namentlich ab 19. Jh verfeinert und die Grenzen des Lichtmikroskops überwandten Ultramikroskop und schließlich Elektronenmikroskop im 20. Jh. Von der Vergrößerung der Strukturen wurden in der Biologie Erklärungen für das Zustandekommen der "unbewaffnet" sichtbaren Erscheinungen der "Mesowelt" erwartet, was mit der Untersuchung der Zellen auch nicht getrogen hat. Durch Vergrößerung ließen sich an bereits bekannten Objekten **neue Strukturen** erfassen, so durch GALILEI (1610) Berge und Täler auf dem Mond. SWAMMERDAM sah mit Vergrößerungsgläsern etwa bei der Honigbiene und der Larve der Eintagsfliege den Feinbau im Körperinneren in vorher kaum geahnter Weise und dieser Feinbau bei solchem "Gewürm" erschien ihm als besonders überzeugender Beweis für die Macht und Weisheit eines Weltenschöpfers. Manche Dinge



wurden durch Vergrößerung nicht nur besser gesehen, sondern wurden erst mit ihnen **überhaupt sichtbar**. Das betraf die 1610 von GALILEI mit seinem Teleskop entdeckten ersten drei Jupitermonde (E. WOHLWILL 1909). Es wurden Zweifel geäußert, ob die im Fernrohr gesehenen Dinge real sind und es gab immerhin noch keine optische Theorie, das zu widerlegen. Jedoch hat GALILEI mit seinem Fernrohr auch ferne Schiffe betrachtet und von ihrer Existenz durfte wohl auf die Realität auch der Jupitermonde geschlossen werden. Mit Vergrößerungsgeräten erschloß namentlich LEEUWENHOEK die vorher ungeahnte, weil unsichtbare **Welt der "Infusorien"**, der Kleinlebewesen, in reicher Fülle schon in einem Tropfen von schmutzigem Wasser. Durch Vergrößerungsgeräte entstanden ganze Wissenschaftsdisziplinen, so die **Mikrobiologie** oder Teile der **Gesteinskunde**. Der Schotte SORBY entwickelte die Methode, von Gesteinen durchsichtige Dünnschliffe anzufertigen und unter dem Mikroskop zu untersuchen; ZIRKEL in Leipzig und ROSENBUSCH in Heidelberg wandten diese Dünnschliff-Methode in großem Maße an, auch mit Untersuchung in polarisiertem Licht. Aus der so erfaßten Vollständigkeit der Kristallbildung wurde die Abscheidungsfolge der Mineralien und wurden damit die Umstände der Gesteinsbildung, auch der Gesteins-Metamorphose, faßbar.

Verstärken, Auflösung bei rascher Folge, Sichtbarmachung und Dokumentation - das kann als Vergrößerung von Lebensvorgängen, 'physiologischen' Vorgängen gesehen werden. Mit dem 1846 von CARL LUDWIG 1846 erfundenen **Kymographion** wurden die Zuckungen isolierter Muskeln über einen Stift auf einer sich bewegenden beruhten Trommel aufgezeichnet, dabei auch der Einfluß von Faktoren wie Drogen auf die Muskeltätigkeit sichtbar gemacht. Im 20. Jh. machten EDGAR DOUGLAS ADRIAN und dann JOSEPH ERLANGER sowie HERBERT SPENCER GASSER (R. GRANIT 1946) die **Nervenerregung begleitende elektrische Impulse** im Lautsprecher deutlich hörbar oder auf dem Bildschirm sichtbar und konnten die Nerven nach der Leitungsgeschwindigkeit unterteilen. Mit dem **Saitengalvanometer** lieferte der niederländische Physiologe WILLEM EINTHOVEN (A. V. H. 1927), Leiden, ein Instrument, elektrische Vorhänge bei der Herztätigkeit, in Millivolt und Tausendstel von Sekunden zu erfassen. Unter seines Sohnes, eines Elektroingenieurs, konnten mit solchem verbessertem Gerät Frequenzen von 100.000/sec. und auch Schallwellen von mehr als 10.000 Schwingungen festgestellt werden.

Der "Verstärkung" dienten in der Bakteriologie die **Nährböden**, auf denen von wenigen Individuen aus größere Kolonien von Mikroben heranwachsen konnten (H. FELDMEIERS 1999).

Ganze Forschungsbereiche auch in der Physik konnten sich nur durch Verstärkerverfahren ausbilden. **Von einzelnen Atomen ausgehende Prozesse**, Grundlage aller **Physik der Atomkerne**, konnten nur durch "Verstärker", so durch die Ionisierung von Gasen oder durch Lichtblitze in dem 1903 von WILLIAM CROOKES (W. H. BROCK 1971) entwickelten "**Spintariskop**" sichtbar werden. Von Menschen nicht mehr fühlbare **Erdbebenwellen** zeigen die **Seismographen** an. Die Vererbungssubstanz, die **Desoxyribonucleinsäure**, muß für ihre Untersuchung durch Enzyme zunächst einmal vermehrt, also "verstärkt", werden.

### **Vergleichen**

Miteinander vergleichen kann man alle Dinge, und wird Gemeinsamkeiten oder auch grundlegende Unterschiede, bis zur "Unvergleichbarkeit", finden. Aus dem Vergleichen erfolgt sowohl die Feststellung des Allgemeinen in den Dingen, das "**Generalisieren**" wie auch die Feststellung der Unterschiede, das "**Differenzieren**". Vergleichend wurde in den Wissenschaften eher mit dem Ziel des Auffindens der Gemeinsamkeiten, von Konstanten, als der Unterschiede vorgegangen.

In der **vergleichenden Anatomie** wurden die verschiedenen Strukturen der verschiedenen Organismen verglichen, um deren "Grundbauplan", den "Typus", zu finden. CUVIER hoffte sogar, aus der mehr oder weniger starken Ausbildung bestimmter Organe bei Tieren verschiedener Lebensweise die Funktion der Organe zu ermitteln und schrieb an MERTRUD (in: G. CUVIER 1809, S. IX): "Es giebt fast kein Organ, dessen sich nicht eine Klasse oder ein Geschlecht beraubt hätte und man braucht nur die durch diese Verbindungen und seine Entziehungen hervorgebrachten Wirkungen gebau zu beobachten, um daraus sehr wahrscheinliche Folgerungen über das Wesen und den Nutzen eines jeden Organs und jeder Form desselben Organs abzuleiten". Aus dem Vergleich der **Fossilien** in verschiedenen Sedimentlagen erfuhren die Paläontologen die Schicht - und damit Zeitgebundenheit vieler Fossilien und damit die Möglichkeit ihrer Benutzung als **Leitfossilien**. ALEXANDER von

HUMBOLDT (1769 - 1859) verglich den Bau und die Wirkungen verschiedener **Vulkane**, um daraus die allgemeinen Eigenschaften der feuerspeienden Berge abzuleiten. Er schrieb 1830 (S. 295 / 296): "Es kann den höheren Zweck eines wissenschaftlichen Erkennens, einer philosophischen Naturbetrachtung verfehlen, wenn man sich mit den Einzelheiten sinnlicher Anschauung, mit der rohen Anhäufung ausschliesslich so genannter Thatsachen (des Wahrgenommenen, Versuchten und Erfahrenen) begnügt und so die Einheit der Natur verkennend nicht das Allgemeine und Wesentliche in den Erscheinungen vorzugsweise zu erforschen suchte". HUMBOLDT untersuchte auch die Verteilung der Wärme in den verschiedensten Gegenden auf dem "Erdkörper". Auch die neuere Geologie legt auf Vergleichen Wert, etwa um aus dem Vergleich vieler **Gebirge**, in **vergleichender Tektonik**, auf die gemeinsamen Züge der Entstehung zu kommen, Bei E. WEGMANN hieß es dann (1952, S. 209): "Die Alpen bieten für den Tektoniker ein überaus reiches und vielfältiges Anschauungsmaterial; es kann aber erst voll ausgenützt werden, wenn es mit den Beispielen aus allen anderen Ketten verglichen werden kann, und zwar den Ketten aller Kontinente und allen Alters. Nur zu oft wird das alpine Beispiel generalisiert ... Um Regeln zu finden, müssen viele gleichartige Fälle bekannt sein."

In der **Physik** gilt es allgemein als einfacher als anderswo, das Gemeinsame in Vorgängen, etwa der Fallbewegung, zu finden. ERNST MACH (1894 / 1903) betonte, daß auch in der Physik das Vergleichen keine geringe Rolle spielte. So wurde durch zahlreiche Experimente zur Lichtbrechung, mit dem Einfallen von Licht verschiedener Farbe aus verschiedenen Winkeln in verschiedene Flüssigkeiten das Konstante bei der Lichtbrechung ermittelt, (S. 1903, S. 258): "Nur bei Vergleichung verschiedener Fälle der Lichtbrechung mit wechselnden Einfallswinkeln kann das Gemeinsame, die Konstanz des Brechungsexponenten hervortreten, und nur bei Vergleichung der Brechung verschiedener Farben kann auch der Unterschied, die Ungleichheit des Brechungsexponenten die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Die durch die Veränderung bedingt Vergleichung leitet die Aufmerksamkeit zu den höchsten Abstraktionen und zu den feinsten Distinktionen zugleich".

**Erstellen von Topographien, Raum-Zuordnungen, Feststellung von Lokalisationen**

Unterschiede in der Verteilung der Dinge im Raum, ob auf der **Ebene**, also horizontal, oder in den drei Dimensionen, also auch in der **Vertikalen**, sind vielfach Grundlage für Aussagen. Eine einfache Topographie ist die Feststellung der Verteilung von Meer und Festland auf der Erde, von Ebenen und Gebirgen, die Verbreitung der Arten oder anderer taxonomischer Kategorien im Raum. Die Astronomen erstellten schon seit alters Karten von der Verteilung von Himmelskörpern, in neuerer Zeit auch von Galaxien. Topographie gibt es auch im Mikroskopischen, in der Feststellung der verschiedenen Zellarten im Körper der Tiere und Pflanzen und ihre Verteilung. Noch ohne Mikroskop, nur makroskopisch, hat GEORGE BICHAT unterschieden und ihre Vorkommen festgestellt. Durch verschiedene feine histochemische Methoden wurde im 20. Jh. ermittelt, welche Signalsubstanzen in den Zellen der verschiedenen Gehirn-Regionen auftreten und gab es als Ergebnis eine "Chemical Anatomy of the Brain" (T. HÖKFELT et al. 1984).

### **Identifizieren, Diagnostik**

Sowohl bei Pflanzen und Tieren, bei Mikroben, selbst bei Krankheiten, bei Mineralien und Substanzen geschah es öfters, daß derselbe "Naturkörper" mehrfach unabhängig voneinander beschrieben wurde und erst mit der Zeit die Identität dieser Objekte bewußt wurde. Bei der Analyse des Steinkohlen"öls" beschrieb F. F. RUNGE 1834 die Substanz "Kyanol", die sich als dieselbe erwies, die NIKOLAUS N. ZININ 1842 als "Benzidam" beschrieb und schließlich als "**Anilin**" in die organische Chemie einging. Auch **Benzol** wurde bei verschiedenen Operationen gewonnen, aus Leuchtgas, aus der Benzoësäure des Benzoëharzes, aus Steinkohlenteer und war als stets dieselbe Substanz zu identifizieren. Als **Erdöl** bekannt wurde, schrieben manche seine Entstehung von durch vulkanische Hitze zersetzten Kohlenlagern zu und es wäre somit dem Teer aus der künstlichen Steinkohlenerhitzung identisch. Hier aber mußte man feststellen (C. B. MANSFIELD 1849), daß Erdöl ("Steinöl") und Steinkohlenteer sich unterscheiden, so im Geruch und auch in zahlreichen in ihnen enthaltenen Substanzen, und unterschiedliche Stoffgemische sind. Größere Identität fand sich viel mehr bei dem aus bituminösen Schiefen (Ölschiefer) gewinnbarem Öl und Erdöl, wenn davon angesehen wird, daß Erdöl jeder Herkunft auch seine Besonderheiten hat.

Die Zuordnung einer Naturerscheinung, eines "Naturkörpers", von Krankheitserscheinungen zu einer Krankheit, heißt "diagnostizieren".

### **Klassifizieren, Ordnen**

Die Fülle der Naturobjekte und auch der Naturerscheinungen galt es sinnvoll zu ordnen, die "Naturgegenstände" nicht willkürlich aufeinanderzuhäufen, sondern nach bestimmten Gesichtspunkten im Interesse ihres Vergleichs und ihrer Wiederauffindung in "Schubkästen" zu bringen, zu "systematisieren", auch im Lehrbuch den "Stoff" in einer der Übersicht dienenden Ordnung aufeinanderfolgen zu lassen. Die Suche nach einer Ordnung, einem "System", galt für die Millionen Spezies der Organismen, für die chemischen Elemente und ihre ebenfalls Hunderttausende von Verbindungen, die Mineralien und Gesteine, die Himmelskörper, auch für die Phänomene der Physik.

Wegen des Ineinandergreifens der verschiedenen Dinge war die Anordnung von **Lehrstoff** oft problematisch. Zur Stoffanordnung in der Physiologie meinte 1797 (S. 5) der Wiener Physiologe GEORG PROCHASKA, daß die Stoffeinteilung für seine "Lehrsätze aus der Physiologie des Menschen" schwer sei, "weil alle Theile so genau ineinander greifen, dass man keinen abhandeln kann, ohne die Kenntnis der übrigen mehr oder weniger bekannt voraussetzen zu müssen."

### **Zusammenfassungen von Wissensgebieten**

Vor allem das Weitergeben von Wissen benötigt das Zusammenfassen der Standes zu einem bestimmten Zeitpunkt. Auch in Einzelleistungen großartige Forscher haben zu Recht auch an solchen Zusammenfassungen, an "Handbüchern" beteiligt. Durch ein zusammenfassendes Werk haben LAVOISIER und die französischen antiphlogistischen Chemiker um 1790 ihre Ansichten der wissenschaftlichen Welt vermitteln können. Eine hoch gewürdigte zusammenfassende Darstellung eines Wissensgebietes des 19. Jh., der Elektrizitätslehre, vollbrachte GUSTAV WIEDEMANN mit seiner "Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus" von 1863, seit der 3. Auflage "Die Lehre von der Elektrizität", mit dem 4. Band der 4. Auflage 1898. FRIEDRICH KOHLRAUSCH (1899, in 1910, S. 1076) urteilte: "daß in den vier Auflagen des Werkes eine Arbeit vorliegt, die außer dem pädagogischen Verdienst, welches

sie für die Vergangenheit und Gegenwart beanspruchen darf, der Zukunft eine unersetzliche Geschichte der Entwicklung der Elektrizitätslehre in unserem Jahrhundert bietet" - gemeint das 19. Jahrhundert! Mit 167 Literaturangaben mag die 1. Auflage gemessen an Maßstäben des 21. Jh. dürftig dastehen, aber auch für sie meinte KOHLRAUSCH: "stand das ganze großartige Gebiet plötzlich vor unseren Augen." Daß man auch im 20. Jh. viel an Wissen konzentriert auch der nicht in einem Fachgebiet mit ihren zahlreichen Lehrbüchern sich heimisch fühlenden Welt darbieten kann beweist wohl BERNARD BAVINK mit "Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften", in der 8. Auflage von 1944 mit 813 Seiten. Die allgemeinbildende Schule ist auf zusammenfassende Werke wie auch "Weltall, Erde, Mensch" in der DDR angewiesen. Wegen der unvermeidlichen Verkürzungen lehnen das manche ab und wollen nur Einzelgebiete behandelt wissen.

### **Nomenklatur, Terminologie**

In zahlreichen Fachgebieten gibt es international vereinbarte Fachtermini, eine **Nomenklatur**, auch sie in Übereinstimmung mit Theorien. Eine verbindliche Nomenklatur wurde für die Gebiete wichtig, in denen eine Fülle von Naturobjekten vorliegt, für die Species der Lebewesen, die Organe und Strukturen der Lebewesen, die chemischen Substanzen. Den international vereinbarten Nomenklaturen ging eine oft mehr oder weniger freie, manchmal willkürliche Benennung der Objekte voran und die Akzeptierung einer Nomenklatur bedeutete ein Aufgeben auch lieb gewordener, vertrauter Termini. Gewiß haben die Botaniker stets die aus dem Griechischen oder dem Latein überlieferten Namen benutzt, aber eben nicht einheitlich. Bei jeder Darstellung einer Pflanze mußte bei Berücksichtigung der Fachkollene eine Anzahl von **Synonymen** gegeben werden. Und ebenso wurde es in der Anatomie gehandhabt. Neben der Nomenklatur bestehen oft bis heute Vulgärbezeichnungen nicht nur in der Volkssprache fort.

Eine Nomenklatur, so wußte schon JOHN HERSCHEL (1836), ist nur sinnvoll, wenn die Aufstellung und Ausdehnung von Klassen in einem bestimmten Gebiet abgeschlossen ist, das heißt, so möchte ergänzt werden, wenn genügend vergleichbare, ähnliche Objekte wenigstens für eine vorläufige Benennung auf einheitlicher Grundlage vorliegen und ersichtlich ist, daß neu hinzukommende Objekte dem bestehenden Rahmen eingegliedert werden können. Die Termini

einer Nomenklatur werden im allgemeinen einer nicht mehr im Alltag gesprochenen und anderen gleichwertigen Sprache entnommen, sondern einer sogenannten "toten", also nicht mehr Veränderungen unterliegenden Sprache, der auch die Gelehrten verschiedener moderner Sprache etwa gleichgesinnt gegenüberstehen. Als solche Sprachen boten sich wenigstens für die in Europa entstandene Wissenschaft das Alt-Griechische und das klassische Latein an. Aus dem Griechischen entlehnte Termini werden in der Grammatik und damit in den Wortendungen dem Latein angepaßt. Die Termini müssen nicht voll der ursprünglichen Bedeutung entsprechen, sind eher "Kunstworte". Japaner, Chinesen und Menschen ganz anderer Sprachen, so Chinesen und Japaner, haben die griechischen und lateinischen Termini ebenfalls übernommen, was es uns so angenehm macht, in einem botanischen Garten in China die Pflanzenamen lesen zu können.

Die in einer Nomenklatur verwendete Termini sollten so **theoriefrei wie möglich** sein, um nicht bei allen neuen Erkenntnissen überholt zu werden. Wenn LINNÉ mit Spezies-Bezeichnungen wie "pratensis" = auf Wiesen, "nemoralis" = im Hain, im Wäldchen, "muralis" = auf oder an Mauern und anderen die ihm vielleicht geläufigen Standorte in den Namen einbringen wollte, so sind diese Termini für das Vorkommen der so benannten Arten oft nicht ausreichend, manchmal unzureichend. Eine für LINNÉ als Waldpflanze bekannte Art kann anderswo, unter vielleicht feuchterem Klima, auch außerhalb von Baumbeschattung vorkommen. Für chemische Verbindungen wird im Namen etwa in der organischen Chemie die Zusammensetzung angegeben, die man nun als weitgehend feststehend ansehen kann. Auch Nomenklatur kann dem Wandel in wissenschaftlichen Auffassungen nicht ganz enthoben sein.

Die verschiedenen Fachgebiete bildeten ihre **eigene Terminologie und Nomenklatur**, und dasselbe Wort oder derselbe Wortstamm haben in den verschiedenen Fachgebieten oft ganz unterschiedliche Bedeutung. Der Begriff "Assimilation" bedeutet in der Pflanzenphysiologie den Vorgang der Nahrungsangleichung, den Aufbau pflanzeneigener Substanzen aus den aufgenommen Nährstoffen. In der Gesteinskunde resp. Geologie bedeutet "Assimilation" die Gesteinsumwandlung durch aus dem Erdinneren eindringende Schmelzen, was auch mit "Angleichung" wiedergegeben werden kann, aber einen ganz anderen Vorgang beschreibt als in der Botanik.

Vorbild für eine Nomenklatur wurde die **binäre Nomenklatur** der Pflanzen - und Tier-**Arten**, wie sie in den 1750er Jahren LINNÉ einführte. Auch wenn es damals keine internationalen Fachkongresse gab, auf denen eine Nomenklatur beraten werden konnte, waren die Vorteile so offensichtlich, daß sich die Mehrzahl der Naturforscher dieser Nomenklatur anschloß. Manche Arten, Pflanzen zumal, erhielten eine Artbezeichnung, welche Aussagen über Häufigkeit oder Standorte geben sollte, "muralis" etwa oder "silvestris". Aber diese Bezeichnungen entsprechen oft den Verhältnissen nicht, zumal, wenn anderswo die Standortgebundenheit von gewissen Pflanzenarten anders erschien.

Auch die höheren Kategorien, also Ordnung, Klasse, Reich u. a.. legte LINNÉ, fest, wenn auch nicht für alle Zeiten.

Führenden Chemiker, so in Frankreich um 1787, versuchten auch unter dem Eindruck der LINNÉschen Nomenklatur chemische Substanzen oder Substanzgruppen nach bestimmten Regeln zu benennen, möglichst so, daß die Zusammensetzung der Substanz im Falle einer Verbindung aus dem Namen ableitbar war. So erschien aus der 8-monatigen Zusammenarbeit von LAVOISIER, GUYTON DE MORVEAU, BERTHOLLET, FOURCROY 1787 das Werk "Me'thode de nomenclature chimique" (L. JAUMEL 2007).

LINNÉ gab auch als verbindliche betrachtete Richtlinien für die "Diagnose", für die Beschreibung der Arten, und führte etwa für die Pflanzenbeschreibung entsprechende Fachworte wie Perigon, Perianth, Spatha ein. Später wurden die Regeln der binären Nomenklatur auf internationalen Kongressen neuen Gesichtspunkten angepaßt, so im Falle von taxonomischen Umstellungen, einer Neueinordnung einer Art oder Gattung.

In der Chemie gab es weitere Nomenklaturversuche etwa bei BERZELIUS. In Genf versammelten sich **1892** (H. DECKER 1928) beinahe alle bedeutenden Chemiker der Welt, um eine internationale Nomenklatur für **die organischen Verbindungen** einzuführen, wobei auch hier aus dem Namen die Zusammensetzung erschließbar sein sollte und auch ist: die **Genfer Nomenklatur**. Oft werden aber ältere Namen auch noch benutzt.

Für die **Anatomie** wurde eine verbindliche Nomenklatur der anatomischen Namen 1895 (W. HIS 1895) eingeführt, die **Baseler Nomenklatur**. Für die **Enzyme** entwickelte eine Nomenklatur OTTO HOFFMANN-OSTENHOF (P. KARLSON 1984). Die Enzym-Bezeichnungen enthalten 1. das von ihnen beeinflusste Substrat, 2. den Reaktionstyp. Von der Internationalen Union für



Biochemie wurde 1956 eine Kommission für Enzymnomenklatur, die "Enzyme Commission", eingesetzt, wurde HOFFMANN-OSTENHOF Vorsitzender und die Nomenklatur 1961 auf dem Internationalen Kongreß für Biochemie angenommen. Auf internationalen Botaniker-Kongressen, so in Brüssel oder Wien, wurden Vorschläge für die einheitliche Bezeichnung von Pflanzengesellschaften unterbreitet.

Es gab gegen Nomenklaturen den Vorwurf eines technokratischen Herrschaftsanspruchs gegen das Selbstverständnis einer demokratischen Gesellschaft (G. DEPENBROCK 1984), aber die Vorteile einer einheitlichen Namensgebung übersteigen wohl alle solche Überlegungen, zumal keiner juristisch gezwungen wird, eine bestimmte Nomenklatur anzuwenden. Daß man ohne ausreichende Verständigung mit Fachkollegen kaum Anerkennung findet, das ist nun einmal so, und auch in der Alltagssprache muß man die Worte seiner Mitmenschen verwenden.

In der **Beschreibung auch von Vorgängen, in der Natur**, setzten sich zunehmend **bestimmte Termini** durch, ohne bis zum Rang einer festgelegten Nomenklatur zu kommen. **Chemische Reaktionen** wurden in bestimmter Weise beschrieben, mit den + Zeichen zwischen den Reaktionspartnern und zwischen mehreren entstehenden Endprodukten und den Pfeilen zur Kennzeichnung des Reaktionsablaufs. Schwierig war etwa die Beschreibung der **Embryonalentwicklung der Tiere**, und ältere Beschreibungen hierüber sind schwierig lesbar, manchmal mühsam zu entwirren. In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden die grundlegenden, in den verschiedenen Organismengruppen auftretenden Vorgänge bekannt und wurden dann in Termini wie "Furchung", "Keimblätter-Bildung", "Totalfurchung", "Neuralrohr" und anderem beschrieben, eine einigermaßen einheitliche, vereinfachte und bei allen Fachleuten an vorhandene Vorstellungen anknüpfende Darstellung. Damit konnte die von verschiedenen Forschern bei verschiedenen Tieren untersuchte Embryonalbildung vergleichbar verstanden werden. Etwa von HAECKEL wurde da wertvolle Arbeit geleistet. THEODOR L. W. von BISCHOFF, führender Embryologe im 19. Jh., schätzte (1842, S. 161), daß hierdurch "eine sehr große äußere Uebereinstimmung und Consequenz in die Darstellung auch verschiedener Schriftsteller gekommen, und oft eine Kürze im Ausdruck möglich geworden, welche man sonst nur durch weitläufige Umschreibungen ersetzen kann".

Mit den Sachausdrücken, jedoch auch im gesamten Stil setzte sich in den einzelnen Wissenschaften eine eigene Sprache durch. Der Eingeweihte erkennt an einer fachwissenschaftlichen Arbeit, ob sie von einem Insider oder einen Außenstehenden verfaßt wurde. Mit der Verwendung immer derselben Ausdrücke und derselben Art der Beschreibung kommt allerdings auch Routine in das Denken. Demgegenüber wäre es gerade für Studierende zuträglich, auch einmal mit eigenen, mit "anderen Worten", die sonst routiniert dargestellten Dinge zu beschreiben. In den kommunistischen Staaten wurde bis in die Historiographie von vielen ein bestimmter, oft schwülstiger und schwer verstehbarer Jargon benutzt, und es war wohl Absicht, durch die Herrschaft von bestimmten Worte das Denken in bestimmte Richtung zu leiten und zu verhindern, daß erwünschte Aussagen fraglich werden, wenn man sie anders als in der üblichen und zugelassenen Weise sprachlich ausdrückte und so zum Nachdenken anregte. In Demokratien ist das ebenso vorhanden, und viele Journalisten lehnten sich an den Stil der "Frankfurter Schule" an.

### **Experiment, Experimentieren**

Experimente bringen Eingriffe in die Natur, in Naturkörper oder in Naturvorgänge, führen Vorgänge aktiv herbei. Sie sind mehr als bloße Beobachtung, aber beobachtet werden muß ihr Verlauf. Das Herbeiführen von bestimmten Ereignissen mußte in besonderem Maße helfen, "Ursachen", Faktoren für das Zustandekommen von bestimmten Vorgängen zu ermitteln. Vielfach wurden Experimente im Dienste einer Hypothese durchgeführt, aber es gibt auch weitgehend theoriefreies **Herumprobieren**, im Sinne der **Werkstatttradition**, die viele Erfahrungen, viel Empirie zusammentrug. Dabei soll nicht verkannt werden, daß der herumprobierende Handwerker, der herumprobierende Metallurg möglicherweise wohl auch von gewissen Hypothesen ausgingen, wie fern sie den als wissenschaftlich anerkannten Auffassungen immer standen.

Ein **Herumprobieren** waren etwa zahlreiche Untersuchungen des Italieners FELIX FONTANA (L. BELLONI 1972) über die **Wirkung des Giftes** italienischer **Schlangen**, die 1787 auch in deutscher Sprache erschienen. Da "die Natur sich nicht errathen" "läßt" (1787, S. 23), sollte "Erfahrung" gewonnen werden "in den Händen eines aufmerksamen und hellsehenden Beobachters ...", der "im Stande" ist, der Natur "ihr Geheimniß abzulocken". FONTANA stellte fest, daß die Viper nicht nur im Zorn, sondern immer giftig ist. Er hat

Giftbläschen beseitigt, den Giftkanal unterbunden und festgestellt, daß dann nach einem Biß kein Gift wirkt. FONTANA verglich die Bewegungsgeschwindigkeit der Vipern bevor und nachdem sie selbst gebissen wurden, um der Legende von der Selbstvergiftung auf den Grund zu gehen. Er ließ die allerverschiedensten Tierarten von Schlangen beißen und fand etwa, daß das Viperngift Schnecken, Blindschleichen, Schildkröten nicht schadet. FONTANA und seine "Bediensteten" nahmen sogar Viperngift, "aber nicht ohne Furcht" (S. 30), auf die Zunge, und fanden es geschmacklos, prüften es auf Klebrigkeit, Brennbarkeit und anderes. Im Tierversuch wurde gar erwiesen, daß der Biß auf die Hirnschalenhaut, die Knochen und die Knochenhaut, die harte Hirnhaut unschädlich ist, der Biß in das Gehirn aber wiederum tödlich. Ermittelt wurde die tödliche Giftmenge, auch die Zeitspanne, die in Abhängigkeit von der Giftmenge, bis zum Tode verstreicht. Viele Fragen, ohne umfassende Theorie, die hier zusammenkamen.

In der Physiologie war oft umstritten, durch welche Experimente am Tier, welche Vivisektionen, sich die normalen Vorgänge erkennen lassen und welche auf einen allgemeinen Schock bei einem Eingriff zurückgehen. Auch manche Physiologen maßen der Beobachtung am intakten Tier deshalb einen höheren Wert zu als einem experimentellen Eingriff, so CUVIER, auch A. FICK (R. NEUMEISTER 1907, S. 72).

"**Eingriffe**" können sehr unterschiedlicher Art sein. Es gibt auch Übergänge von der Beobachtung zum Experiment. Aufstieg im Ballon, unternommen von GAY-LUSSAC, BIOT, MENDELEJEW, VICTOR HESS, brachten den Beobachter an einen ihm geeigneten Ort für bestimmte Beobachtungen und Messungen. Der Ballonaufstieg war ein unwesentlicher Eingriff in die Natur. Der Physiologe ADOLF FICK (1829 - 1901) und der Chemiker JOHANNES WISLICENUS begingen am 31. August 1865 einen "Hungertag für die Wissenschaft" (A. FICK 1865 / 1906). Sie bestiegen in der Schweiz vom Brienzer See aus das 2683 Meter hohe Faulhorn in den Berner Alpen auf dem steilsten Weg. Schon einen Tag vorher, ab 30. August 12 Uhr mittags, hatten sie alle eiweißhaltige Nahrung vermieden und ernährten sich nur von Stärkemehl, Fett und Zucker. Ihre Exkremente beim Aufstieg untersuchten sie auf Stickstoff-Verbindungen, um festzustellen, ob bei der beim Aufsteigen starken Muskeltätigkeit Eiweiße zersetzt werden oder nicht. Da Nebel war, schwitzten sie kaum, was eventuelle Eiweiß-Ausscheidung durch den Schweiß ausschloß. JUSTUS LIEBIG hatte

behauptet, daß Kohlenhydrate und Fette lediglich Wärme liefern, aber die Muskelenergie aus zersetztem Eiweiß stammt. Andererseits vollbringen Gemen manche Muskelleistung, nehmen in ihrer kargen Gebirgsumgebung kaum reichlich eiweißreiche Nahrung auf. Es war auch bekannt geworden, daß alle Eiweißzersetzungsprodukte, die also Stickstoff enthalten, über den Harn den Körper verlassen und somit ihre Ausscheidung kontrollierbar ist. Es zeigte sich bei der Faulhorn-Besteigung, daß kaum Körpereiwweiß abgebaut worden war. Muskeln, so durfte nun angenommen werden, bestehen zwar aus Eiweiß, aber ihr "Brennstoff" sind eben Kohlenhydrate, später auch auf anderem Wege bestätigt. Bei reiner Fleischnahrung würden die Eiweiße teilweise in andere Verbindungen umgewandelt werden, damit der Muskel arbeiten kann.

Experimentelle Eingriffe sind **verschieden stark**. Die Ergebnisse werden davon beeinflusst. Werden Tier- und Pflanzen-Substanzen, etwa Holz, hoher Temperatur oder starker Säure ausgesetzt, werden sie bis zu den chemischen Elementen oder zu ganz einfachen Verbindungen abgebaut. Das Holz "verkohlt" und zeigt damit die Existenz von Kohlenstoff; Wasserdampf, auch Ammoniak entweichen. Es durfte angenommen werden, daß diese Stoffe erst während des Eingriffs entstanden. Sanfter Abbau ergab die Substanzen, die auch im lebenden Organismen zu vermuten waren, die "ursprünglichen Prinzipien". So durfte der Apotheker und Chemiker SCHEELE in der schwedischen Kleinstadt Köpping, westlich von Stockholm, annehmen, daß die von ihm um 1770 aus Fruchtsäften durch Aussalzen ausgeschiedenen Salze organischer Säure, so der Apfelsäure, der Zitronensäure, auch Bestandteile in der intakten, lebenden Frucht sind. Auch physiologische Eingriffe mußten dosiert durchgeführt werden, wenn Aufschluß über das Leben erwartet wurde.

Manche Eingriffe sind **Nachahmung natürlicher Prozesse**, vollenden, was in der Natur vielleicht durch bestimmte, aber überwindbare Barrieren behindert ist. Das gilt für "künstliche" Kreuzung etwa zwischen Pflanzenarten, die in der Natur an getrennten Standorten wachsen und sich deshalb nicht natürlich paaren können. Ebenso werden in Zoologischen Gärten Tierarten zusammengebracht, die sich in der Natur auf Grund ihrer weit getrennten Lebensräume niemals begegnen könnten.

Experimentell ließen sich auch Bedingungen schaffen, die zwar **nicht** auf der gegenwärtigen Erdoberfläche, wohl aber anderswo im Weltall oder in den Tiefen

der Erde bestehen. Ein erstes beeindruckendes Experiment dieser Art war die Herstellung eines **Vakuums**, eines bemerkenswert luftverdünnten Raumes mit Hilfe der zuerst von OTTO von GUERICKE konstruierten und von R. HOOKE nachgebauten Luftpumpe. Es waren **experimentell Bedingungen erzeugt** worden, die **nicht den irdischen** an der Erdoberfläche glichen. R. BOYLE stellte fest, daß in einem Vakuum unter einer Glasglocke Tiere ersticken und eine angeschlagene Glocke keinen Ton gibt. STANLEY MILLER suchte im Laboratorium von HAROLD C. UREY (1959) die mögliche **Ur-Atmosphäre** auf der Erde im Glasgefäß zusammenzustellen und ließ durch sie elektrische Entladungen gehen. es entstanden dabei für das Leben wichtige organische Verbindungen, bis hin zu den Ribonukleinsäuren, die auf der heutigen Erde kaum mehr spontan entstehen. Nirgends auf der erforschbaren Erde gibt es derzeit, **Kernreaktionen**, aber in den **Beschleunigern** wie beim Zusammenwerfen unterkritischer Uran-35 - oder Plutonium-Massen finden sie statt. In den **Teilchenbeschleunigern** werden sonst nur durch aus dem Weltall stammende Strahlen und nur im Weltall vorkommende Vorgänge der Einwirkung von Elementarteilchen auf Substanzen oder andere Elementarteilchen zustandegebracht (V. WEISSKOPF 1991). Gerade an diesen Versuchsapparaten zeigt sich die Großartigkeit der neuen Naturwissenschaft. Gerade gute Experimentatoren waren stets bemüht, **überschaubare, einsichtige Versuchsapparaturen** und Versuchsanlagen zu schaffen und zu benutzen. Der Biochemiker OTTO WARBURG meinte (zitiert aus F. LYNEN, 1963, S. 631): "Immer war dabei unser Bestreben die Vereinfachung der Versuche und eine mit den Methoden der Maßanalyse vergleichbare Schnelligkeit und Genauigkeit der Versuche. Mit keiner komplizierten Versuchsanordnung haben wir jemals irgend etwas Wesentliches entdeckt." Sicherlich hat auch das seine Grenzen.

### **Die "Natur" der Experimente - "Naturexperimente"**

Mißverständlich kann der Begriff des "**Naturexperimentes**" (W. ROUX 1897) sein. Davon wird gesprochen, wenn in der Natur, vor allem bei Lebewesen, ungewöhnliche Konstellationen mit ungewöhnlichen Ergebnissen auftreten. Als "Naturexperiment" bezeichnete man etwa Mißbildungen der Pflanzen und die besonders aufsehenerregenden **Mißbildungen** bei Tieren (J. - L. FISCHER 1994). Sie gaben Hinweise auf gestörte Entwicklungsprozesse und warfen damit Licht auch auf die normale Embryonalentwicklung. Die machte aber kein

'Experiment', sondern es versagte aus natürlichen Gründen der normale Entwicklungsgang.

**"Künstlich" und "natürlich"** sind kaum trennbar, alle Experimente verlaufen im Rahmen der Naturgesetze, sind also "natürlich", auch wenn auf der gegenwärtigen Erdoberfläche die Bedingungen für zahlreiche experimentell hervorrufbaren Vorgänge, so sehr hohe Temperaturen und sehr hoher Druck, nicht gegeben sind. Das Erdinnere und die Sonne sind natürlich eben so "Natur".

### **Quantifizieren, Messen**

Messen - und auch einfaches Zählen - , überhaupt quantitative Daten, führten zu manchen neuen Erkenntnissen. Es bürgerte sich daher ein, auch unabhängig von Hypothesen oder Theorien, bei der Untersuchung von Naturobjekten zu messen, etwa Tiere zu wägen oder Körperlänge, Flügelspannweite und anderes festzustellen.

Bei vielen Phänomenen geht es nicht nur um die bloße Existenz, sondern um Größen. Bei Licht und Schall um Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Es konnte nicht nur debattiert werden, "ob" es eine Kontinentalverschiebung überhaupt gibt, sondern wie rasch sie eventuell verläuft und damit ihre Existenz mehr oder weniger wahrscheinlich anzunehmen war, also die "gemäßigte" Kontinentaldrift eben höhere "Wahrscheinlichkeit besitzt (H. G. WUNDERLICH 1962, S. 512). Mit Größenvermutungen konnte man auch bei der Begründung durch Formeln stark danebenliegen. So bei der Annahme der Erdabkühlung in der Erdgeschichte, die bei der einmal von Lord KELVIN angenommenen Geschwindigkeit eine langsame Evolution im Sinne DARWINs unmöglich zugelassen hätte. Aber es war verkannt worden: Der Zerfall radioaktiver Elemente in der Erdkruste minderte die Abkühlung der Erde gegenüber dem Weltall stark.

**Systematische Messung hat manche Wissenschaft verändert.** Auch vor LAVOISIER wurde in der **Chemie** gewogen, aber durch die streng systematische Wägung der Stoffe vor und nach einer Reaktion kam LAVOISIER zu wichtigen neuen Erkenntnissen (E. STRÖKER 1982). Bevor die Bedeutung der Chromosomen für die Vererbung deutlich wurde, hat der Anatom CARL RABL die Chromosomen in den einzelnen Zellen und Geweben von ihm untersuchter Organismenarten gezählt und fand die bemerkenswerte

"**Zahlenkonstanz der Chromosomen**" in den überprüften Gewebe bei Proteus (Olm), Salamandra, Triton (H. LINSER 1984). Noch war das nur ein Tatbestand, der erst danach zu besseren Einsichten in die Vererbung führte. FLEMMING hatte Chromosomen zuerst bei Amphibienlarven gesehen und beschrieben, im Jahre 1882, aber sie schienen ihm von unbestimmter Anzahl zu sein. Er habe, bemerkt er, das zeitraubende Zählen aufgegeben, da er "von vornherein sah, daß es sich um ein durchgehendes Zahlengesetz nicht handeln kann". Damit hatte FLEMMING unrecht.

Durch Messen wurde die **subjektive Empfindung durch höhere Objektivität** abgelöst. Die Temperatur erfaßte man zunächst über die Haut, in den Empfindungen von "Kalt" und "Warm", dann in der Ausdehnung gewisser Flüssigkeiten in Thermometern und schließlich auch über andere Veränderung, vor allem die Ausdehnung, von festen Körpern. Gerade auch für die Temperatur wurde immer wieder diskutiert, was man da mißt. Nicht alle Messungen brachten bleibende Ergebnisse und die oft mühsamen Schädelmessungen werden heute in ihrem Wert bezweifelt.

Da Zahlenwerte für wissenschaftliche Aussagen oft von großer Wichtigkeit waren, haben neue Fragestellungen zur **verbesserten Feststellung** schon ermittelter Werte veranlaßt. Das gilt für die Feststellung der "**Atomgewichte**" (Atommassen). Kurz nach 1800 suchte etwa THOMSON in England die Atomgewichte der chemischen Elemente zu bestimmen, um die Gesetze von den konstanten und den multiplen Proportionen zu fundieren. Der belgische Chemiker JEAN-SERVAIS STAS (A. W. v. HOFMANN 1892) bestimmte die Atomgewichte gerade der verbreiteten Elemente genauer, weil er feststellen wollte, daß gemäß der Hypothese von PROUT 1815 die Atome aller Elemente aus dem leichtesten Atom zusammengesetzt sind, dem des Wasserstoffs. STAS ging von der Richtigkeit dieser Annahme aus, mußte sie aber auf Grund seiner Ergebnisse der Atomgewichte einer ganzen Anzahl von Elementen aufgeben. Als im Periodensystem der chemischen Elemente von MENDELEJEV und LOTHAR MEYER die Elemente nach dem Atomgewicht geordnet wurden, ergaben sich daraus Regelmäßigkeiten. Aber an einigen Stellen, und nur die Atomgewichtsbestimmung zeigte das, gab es die Notwendigkeit von Umstellungen, die man durch noch genauere Bestimmung der Atomgewichte abzusichern suchte. Erst durch Einsicht in in den damals

völlig unbekanntem Atomkern, die Erkenntnis von den Neutronen, kam eine Lösung.

### **Wie werden neue Erkenntnisse gewonnen und ihre Richtigkeit abgesichert**

Schon in der Antike und dann vor allem mit der 'Wissenschaftlichen Revolution' wurde darüber nachgedacht, wie neue Erkenntnisse gewonnen werden und wie diese abgesichert werden, etwa als objektive Phänomene. Namen wie BACON, LOCKE, DESCARTES, LEIBNIZ stehen dafür. In der zweiten Hälfte des 19. Jh. standen sich noch die verschiedenen philosophischen Denkerschulen etwa in Deutschland gegenüber, so eine 'Schule von Marburg', eine 'südwestdeutsche Schule'. In Frankreich sprach BERGSON vom Erkennen als eine "natürliche Einfühlung in den Werdenprozeß der Welt" (M. SCHELER 1947, S. 23). Auch Studenten der Naturwissenschaften mußten sich in einem 'Philosophicum' prüfen lassen. Manche waren an Philosophie interessiert, andere weniger oder nicht. Der normale Forscher ging und geht meistens ohne philosophische Überlegungen daran, neues positives Wissen zu gewinnen, nicht nur Fakten, sondern auch sinnvolle Theorien und Hypothesen. Gar nicht behagt hat die Philosophie dem Ethologen KONRAD LORENZ. Seine Forschungen an Vögeln gingen ihm über alles. Am 17. Juli 1933 schrieb LORENZ (O. HEINROTH /K. LORENZ 1988) seinem vogelkundlichen Mentor OSKAR HEINROTH, daß wenn man den Menschen meinetwegen als bestes Säugetier auffaßt, "so kommt man sich wie ein Trottel vor, wenn man auf einmal der Hirnmist eines ebensolchen Tieres auswendig lernen soll, z. B. die Monadenlehre von Leibniz'. So ein Vieh." (S. 150). HEINROTH schrieb an LORENZ am 22. Juli 1933 unter anderem: "Aber nun sind Sie mir doch über, denn Sie wissen nicht nur wirkliche Philosophie, sondern auch den früheren philosophischen Quatsch, den ich nicht so beherrsche" (S. 152). Die Prüfung, auch in Psychologie, ging für LORENZ aber mit Auszeichnung vorüber. Gerade LORENZ kam wegen seiner 'Evolutionären Erkenntnistheorie' in Königsberg auf einen Lehrstuhl, der dem von KANT entsprach.

### **Denkmethoden, Denkverfahren, Induktion - Deduktion**

Als zwei Grundprozesse wissenschaftlichen Denkens gelten



<b>Induktion</b>	<b>Deduktion</b>
Von Einzeltatsachen zu Verallgemeinerungen gelangen	Von Allgemeinsätzen Einzeltatsachen ableiten

### **Induktion**

Naturvorgänge wiederholen sich vielfach so oft in gleicher Weise, daß ihr stets gleichartiger Ablauf nicht bezweifelt wird. Aus solchen Abläufen wird auf "Gesetze" geschlossen, wobei etwa der freie Fall der Körper eben an etlichen "Fall-Beispielen" zu untersuchen war. Aus dem **Vergleich zahlreicher Tatsachen** werden bei der Induktion die allgemeinen Erscheinungen ermittelt. Den Induktivismus vertrat im 17. Jh. FRANCIS BACON, so in seinem als grundlegend für das neue wissenschaftliche Denken gesehene Werk 'Novum Organon' von 1620 (s., dtsh. 1982). BACON (s. 1982, S. 11 ff.) setzte auf die **Zusammensellung möglichst vieler Erfahrungen zu einem Phänomen**, etwa Wärme, und erwartete, daß durch dieses induktive Vorgehen das 'Wesen' einer Erscheinung klar wird. Bei BACON (1982, S. 11 ff.) sieht das etwa so aus, daß er, um mehr über Wärme zu erfahren, alle ihm bekannten "Fälle" vorlegt, "denen die Eigenschaft des Warmen zukommt und listet dann auf unter anderem: die "Sonnenstrahlen", "die zurückgeworfenen und die zusammengedrängten", "3. feurige Lufterscheinungen", "4. zündende Blitze", ..., "8. heiße natürliche Quellen",..., "11. trockene heiße Winde ... ", die nicht jahreszeitlich bedingt sind, "12. in unterirdischen Höhlen eingeschlossene Luft, namentlich zur Winterszeit", ..., "15. die Funken, die aus Kieselstein oder aus Stahl durch starkes Anschlagen herausspringen", 25. Kräuter, die sich grün normal anfühlen und im Munde wie Feuer brennen. Und andererseits werden angeführt, helle Dinge, die "nicht als warm empfunden" werden, so die Strahlen der Sterne, der zur Überprüfung auch mit Brennsiegeln (S. 155) eingefangenen Strahlen des Mondes, die Strahlen der Kometen (S. 153), die fehlende Erwärmung höherer Berge auch bei Sonnenschein (S. 154). Bei aller Achtung von solch fleißiger Zusammenstellung, das 'Wesen der Wärme' wurde auf diesem Wege nicht geklärt, sondern durch einzelne klare Versuche, zu Anfang des 19. Jh. durch RUMFORD. Auch das Fallgesetz, bei GALILEI, wurde nicht gefunden, weil man massenweise Fälle vom Fallen von Körpern zusammengestellt hätte, bei Windstille, bei Wind, bei Tag oder Nacht, auf Bergen oder in Schächten und wo sonst. Aber BACONs induktivistisches

Bemühen offenbart das heiße Bemühen, irgendwie zu tieferen Erkenntnissen zu kommen, die über Beschreibung hinausgehen und dennoch von eingehender Beschreibung, Fälle der Wärmebildung etwa, ausgehen müßten.

Der englische Astronom und Wissenschaftstheoretiker JOHN HERSCHEL, der die Entstehung des modernen Weltbildes im 17. Jh. auf Induktion zurückführte, formulierte (1836, S. 120): "Als die Thatsachen sich vermehrten, traten leitende Erscheinungen hervor, Gesetze begannen zu erscheinen und Verallgemeinerungen sich zu bilden, und der Lauf der Entdeckungen war so rasch, der Triumph der inductiven Philosophie so ausgezeichnet, daß eine einzige Generation und die Anstrengungen eines einzigen Geistes hinreichten, das System des Weltalls auf einer nie zu erschütternden Grundlage aufzustellen". Die Gültigkeit der Naturgesetze sollte nach Ansicht von JOHN HERSCHEL (1836) auch dadurch immer mehr gesichert sein, weil die Zeit und damit die Erfahrung der Menschen und der Gelehrten voranschreitet und Ausnahmen, wenn möglich, hätten irgendwann einmal auftreten müssen. A priori jedoch wäre die Gültigkeit der meisten Naturgesetze nicht auszumachen. Die Erfahrung des 19. Jh. - und nicht allgemeine Überlegung - habe die Unmöglichkeit der Ziele der Alchemisten dargetan und verhindert nunmehr, daß an Unmögliches Zeit verschwendet wird.

Früher bereits und im 20. Jh. insbesondere (I. LAKATOS 1982, POPPER) wurde der Induktion nicht zu Unrecht auch großes Mißtrauen entgegengebracht. Für Lebewesen mit ihren unterschiedlichen Eigenschaften blieb oft als Frage, inwieweit die bei einer Art oder Gruppe (Sippe) gewonnenen Erkenntnis auf andere übertragen werden dürfen, also die Ausdehnung der Forschung auf möglichst viele Formen nötig ist. Während die Grundlagen der Vererbung durch das ganze Organismenreich gleichartig sein mögen, gibt es andererseits viele Spezialanpassungen.

Gerade in England wurde im bisweilen die induktive Methode als die für die Wissenschaft **maßgebende** betrachtet. Von der induktiven Grundlage seiner Theorienbildung war auch DARWIN überzeugt, meinte jedenfalls zu vielen Zeiten seines Forscherlebens, daß er aus Fakten, aus beobachteten Einzelheiten, zu seiner Deszendenztheorie gekommen ist und erst dann, nachdem er die Theorie besaß, auch deduktive Ableitungen vornahm. Am 8. Dezember 1874 schrieb CH. DARWIN (F. DARWIN) an J. FISKE, daß sein Verstand so sehr durch die induktive Methode fixiert worden sei, daß er deduktives Raisonnement nicht würdigen kann. Hinter "Prinzipien" vermute er immer Täuschung. Etwa

zur gleichen Zeit betonten die große Rolle der Induktion WHEWELL (E. OESER 1979) wie STUART MILL.

Selbst aus **einzelnen Beobachtungstatsachen** wurden manchmal umfassende theoretische Vorstellungen abgeleitet - was schon zu einem Grenzfall der Induktion wird, da dann die zur Deduktion verleitende Hypothese schon sehr am Anfang steht. Dem Geologen ANTONIO-LAZZARO MORO (dtsch. 1751) im 18. Jh. war es eine "alte Weisheit", daß derjenige, der große Dinge begreifen will, mit den kleineren anfangen muß, von denen aber auf die großen geschlossen werden kann. Als der Aufstieg einer kleinen Insel vor der griechischen Insel Santorin bekannt wurde, schloß MORO, aus diesem einem Fall, daß alles Festlandes durch Aufsteigen aus dem Meere zustandekam. Viele kleine Inseln, die nebeneinander aufsteigen, würden schließlich ein größeres Territorium ergeben.

Zunehmend wurde erkannt, daß gerade für Sätze aus induktiver Verallgemeinerung eines Tages **Ausnahmen** auftreten und die **Schlußfolgerungen wieder eingeschränkt** werden mußten. Der führende französische Chemiker LAVOISIER im 18. Jh. nahm an, daß alle Säuren Sauerstoff enthalten, ja dieser Sauerstoff den sauren Charakter dieser Substanzen hervorbringt. LAVOISIER handelte doch insofern legitim, daß er "eine theoretische Annahme, die sich in sämtlichen bisher untersuchten Fällen glänzend bewährt hatte, auszuschöpfen versuchte" (E. STRÖKER 1982, S. 241). Mit der Aufklärung von Salzsäure (HCl), Flußsäure (HF) und anderen mußte LAVOISIERs Verallgemeinerung fallengelassen werden. Vergeblich versuchte man im 18. Jh. sichere Regeln über die Möglichkeiten der Bastardierung zweier verschiedener Tier- oder Pflanzenarten zu finden. SPALLANZANI, der große Naturforscher am Endes 18. Jh., klagte (1786, S. 449): "Wie wollte man also das ganze Pflanzenheer unter eine Regel bringen? Haben wir wohl in unserer organischen Welt ein einziges Naturgesetz, das ganz allgemein wäre? Ist man nicht gezwungen worden, die für allgemein gehaltenen einzuschränken?" SPALLANZANI (1786, S. 449) lehnte, wie andere, die "System"erfinder ab, die zu rasch verallgemeinern, zu unüberlegt "von Partikulari aufs Universale" schließen. Das wird deutlich bei SPALLANZANIs Untersuchungen über die Vorgänge im Magen verschiedener Vögel, und bei ihnen war Magen eben nicht gleich Magen (E. ABDERHALDEN 1939). Wie verallgemeinert soll etwas Verallgemeinertes sein? Gerade Biologen mußten immer wieder feststellen, daß

Verallgemeinerungen von den einen Gruppen auf andere auch ihre Grenzen haben. Der Breslauer Botaniker FERDINAND COHN, der Probleme mit der Übertragung von Schimmel der Stubenfliegen hatte, aber wußte, daß man Seidenraupen mit gewissem "Schimmel" infizieren konnte, meinte (1855, S. 352), es muß "**jeder einzelne Fall für sich selbst untersucht** und bewahrheitet werden; wer es unternimmt über ein hierin gehöriges Phänomen allein nach Analogie eines anderen, sei es scheinbar auch noch so ähnlich, abzuurtheilen, läuft Gefahr, den schwersten Irrthümer zu verfallen".

Immer wieder wurde versucht, die Induktion durch Verbesserung als Erkenntnismethode zu retten. JOHN HERSCHEL (1836, S. 170) warnte, "denn die Tendenz des menschlichen Geistes zur Speculation ist so groß, daß er, bei der kleinsten Idee von einer Analogie zwischen einigen wenigen Phänomenen, zu einer Ursache oder einem Gesetze gleichsam überspringt, und alles übrige vorerst übersieht, so daß in der That fast alle unsere Hauptinductionen als ein abwechselndes Auf- und Absteigen und als Folgerungen angesehen werden müssen, die, auf wenige Fälle gegründet, erst nachher durch Versuche über diese bestätigt worden sind". WHEWELL wußte, daß die Integration erfahrungswissenschaftlicher Teilerkenntnis zu einer umfassenden Theorie nicht ohne Korrektur der älteren Theorie geht, also nicht durch "enumerative Induktion", durch Kumulation allein, sondern eine Art "**Superinduktion**" (E. OESER 1979). Die eigentlichen Fortschritte in den Wissenschaften sollten nach WHEWELL in ihren "induktiven Phasen" stattgefunden haben, während "deduktive Phasen" "stationäre Phasen" waren, in denen nichts Neues erreicht wird.

Gegen den Wert der Induktion wurde vorgebracht, daß sie über das positiv Bekannte nicht hinauskäme, weil sie nur Zusammenfassung untersuchter Daten ist und die aus ihnen abgeleiteten Gesetze jederzeit durch weitere Daten fallen könnten. Im 20. Jh. hat dagegen namentlich POPPER betont, daß die Induktion keine sicheren Erkenntnisse bringt. Ein Satz wie "Alle Schwäne sind weiß" mag hunderttausendfach bestätigt werden, aber es wäre nicht erlaubt, auch auf die Färbung aller noch nicht beobachteten Schwäne zu schließen. In Australien fand sich in der Tat, allerdings schon im 17. Jh. und deshalb schon längst beachtet, der schwarze Trauerschwan. Daß alle Schwäne weiß sind, war somit seit langem kein Grundgesetz in der Zoologie; Varianten mit abweichender Färbung werden immer wieder bei vielen Arten erwartet. Schwäne wurden nicht nur über die Farbe definiert. Was hätten Zoologen gesagt, wenn POPPER etwa bezweifelt

hätte, daß alle Schwäne in ihrer Nahrung auch stickstoffhaltige Verbindungen benötigen, für ihr Eiweiß?

Wie auch POPPER sah (1985, S. 66), war die namentlich BACON zugeschriebene induktive Methode auch gegen die Theologie gerichtet, die nicht von Erfahrungstatsachen ausging und auf dem Wege des Ausgehens von nicht nachgewiesenen Tatsachen als von der Wissenschaft wesensverschieden dargestellt werden konnte.

Biologen, etwa Zellbiologen, PETER SITTE (1982), zweifeln kaum, daß induktive Forschung, das Zusammentragen von Tatsachen, allgemeinen Sätzen vorangehen muß. "Ich glaube auch", schrieb SITTE (1982, S. 567), "daß letztlich jeder Epoche der Deduktion eine solche der Induktion vorausgegangen sein muß. Während in der induktiven Phase ziellos Information gesammelt wird, können nach der Konzeptualisierung Erwartungen formuliert und an der realen Welt geprüft werden."

In den empiristischen Wissenschaftstheorie wurde manchmal versucht, einen angemessenen Begriff der logischen oder induktiven Wahrscheinlichkeit, einen "Bestätigungsgrad" der durch Induktion abgeleiteten Schlüsse zu finden.

Was zuerst auf induktivem Wege gewonnen wurde, ließ sich in etlichen Fällen durch eine dann aufgestellte allgemeine Theorie auch ableiten, machte also die einstige induktive Fakten-Gewinnung mehr oder weniger überflüssig. BALMER aus der von ihm untersuchten Anordnung der Spektrallinien gewisse Gesetzmäßigkeiten herausgeklaut. Aus der BOHRschen Atomvorstellung ließen sich diese und andere Serien der Linien des Wasserstoffatoms auch ableiten (I. LAKATOS).

### **Deduktion**

Es wurde immer wieder einmal gehofft, daß in allen Wissenschaften ausreichend Sätze gefunden werden, aus denen sich die Einzelheiten der Wirklichkeit ableiten ließen. Wären diese Sätze vollständig und richtig, so brauchte eigentlich gar nicht mehr beobachtet und experimentiert zu werden - es sein denn, man suche dennoch nach einer anschaulichen Bestätigung. Aber prinzipiell wären alle Einzelheiten auch aus den vorgegebenen Theorien ableitbar. Der Chemiker EDUARD ZINTL wird zitiert mit (bei F. LAVES 1941, S- 244) "... wir erstreben durch die Grundlagenforschung eine umfassende

Theorie, weil sie uns dem höchsten Ziel aller Wissenschaft näherbringt. Es besteht darin: Neues vorauszusagen. Für die Metallkunde wird sich dann die Möglichkeit zur planmäßigen Synthese metallischer Bau- und Werkstoffe mit vorgegebenen Eigenschaften eröffnen." In Großbritannien strebte, besonders 1934, der Metallurg HUME-ROTHERY (G. V. RAYNOR 1969) nach Voraussagen, welche Metall-Legierungen infolge ihrer Atomgrößen möglich sind oder nicht. Ähnlich für Voraussagen dachten Pflanzenzüchter oder später Pharmazeuten. Die Frage war nur, wie für sichere Deduktionen geeignete Sätze gewonnen werden sollten. SITTE (1982) sah sich in Übereinstimmung mit anderen Biologen, wenn er für die Wissenschaften Perioden echter Induktion sah und meinte, daß eine Periode der Induktion einer Periode der Deduktion vorangehen muß. Erst aus durch Induktion einigermaßen sichergestellten Allgemeinsätzen könne dann weiteres deduktiv abgeleitet werden, wenigstens bis die Grenzen der Gültigkeit dieser Allgemeinsätze erreicht sind. Aus den naturwissenschaftlichen Theorien namentlich früherer Zeit konnte nicht das abgeleitet werden, was man vielleicht erwartete, es war einst nicht möglich, etwa die von vielen Alchemisten erstrebte Umwandlung unedler Metalle in Gold von einer Theorie als möglich oder unmöglich abzuleiten, die "evidence was ... not *a priori*, but experimental" (R. VIRTANEN 1965, S. 10).

Deduktionen lieferten im allgemeinen Hypothesen (s. d.), deren Richtigkeit noch zu überprüfen galt. So sicher man war, daß sich außerhalb des Planeten Uranus noch ein weiterer Planet befinden muß, im Fernrohr sehen wollte man ihn doch und GALLES Auffindung dieses Planeten Neptun 1846 galt ebenso als Leistung wie die Berechnung seiner Bahn und damit des Ortes seiner Auffindung durch LEVERRIER. In der Vererbungsforschung hatte AUGUST WEISMANN die Reduktionsteilung der Chromosomen bei der Keimzellenbildung vorausgesagt und auch sie wollte man sehen (E. G. CONKLIN 1934). Nicht jede Ableitung aus einer Theorie mußte völlig richtig sein. Eine kühne Ableitung konnte in verantwortungsloses Handeln münden. Vor der ersten Versuchsexplosion einer Atombombe im Sommer 1945 war von den Rechnungen her bekannt, welche Explosionswirkung etwa zu erwarten war. Manchem Atomphysiker, so dem mit Überlegungen hierzu beauftragten EDWARD TELLER (1981, S. 167) kamen jedoch auch Bedenken, ob die Wirkung aus irgendwelchen übersehenen Gründen nicht viel höher ist oder eine Reaktion in der Atmosphäre sich fortsetzt und es kamen Gedanken wie: "Waren Gesetze denkbar, nach denen die Folgen unseres Tuns über alle Erwartungen

hinaus anwachsen konnten?" und "... vielleicht jagen wir die Welt in die Luft." Es wurde dann angenommen, daß der Versuch "absolut sicher war." Um einiges stärker als erwartet war die Explosion aber doch. Die Militärs hätten jedoch kaum zurückgeschreckt, in der damaligen militärischen Situation auch ein Weltrisiko einzugehen.

Der Historiker und Philosoph der Naturwissenschaften ADOLF MEYER (1893 - 1971) meinte 1934 (S. 476): "Die Deduktion vollzieht sich in idealen Wissenschaften in der Weise, daß aus bestimmten idealen Sätzen, die in diesem Falle Axiome genannt werden, mit Hilfe anderer, idealer Sätze, die dann Operationen heißen", neue Erkenntnisse abgeleitet werden. Aber MEYER sah auch: In den Realwissenschaften ist die Deduktion etwas anders als in der Mathematik. In den Realwissenschaften werden "aus irgendeinem durch Erfahrung sichergestellten Satz zumeist ein größeres Erfahrungsgebiet umfaßend und als "Gesetz" bezeichnet, ohne erneute Befragung der Erfahrung, also lediglich mit Hilfe logischer oder mathematischer Operationen, neue Erfahrungssätze mit anderem Inhalt, als sie der Ausgangserfahrungssatz hatte, abzuleiten" (A. MEYER 1934, S. 476). In den verschiedenen Wissenschaften war Deduktion immer nur unterschiedlich möglich. Der schwedische Botaniker LINNÉ (1739 / 1740) wünschte, daß man bei den Bemühungen, fremde Gewächse in seiner schwedischen Heimat zum Gedeihen zu bringen, nicht nur auf den immer wieder anderen Erfahrungen bei den einzelnen eingeführten Pflanzen bleiben solle, sondern allgemeine Regeln erwirbt, die man bei der "Pflanzung" fremder Gewächse stets beachten kann, denn: "Eine solche Kenntniß ist ja wohl dunkel, die keinen Grund hat." Als eine allgemeine Regel lieferte LINNÉ, daß fremde Gewächse dann gedeihen, wenn sie unter Bedingungen gehalten werden, die ihrem Heimatgebiet entsprechen. So war zu erwarten, daß im nördlichen Schweden namentlich Gewächse aus Sibirien fortkommen müßten. Sibirische Pflanzen, so Bäume und Kulturpflanzen wie der sibirische Buchweizen wurden von LINNÉ auf ihre Eignung in Schweden getestet. Bananen, die in Holland fast hundert Jahre lang auch im Hause nicht zum Blühen gebracht werden konnten, begoß LINNÉ im Rhythmus der Regenzeiten von Guayana und sie blühten. Die Bedingungen, unter denen eine eingeführte Pflanzenart in ihrer Heimat wuchs, konnten aber nicht abgeleitet werden, sondern waren zu erforschen. Ab etwa 1900 wurden die von GREGOR herstammenden Einsichten in die Vererbung genutzt, um die Vererbung von Merkmalen nach Kreuzungen von Pflanzen oder auch Tieren vorherzusagen. Die bei LINNÉ oder auch aus dem MENDEL-Schema der Merkmalsweitergabe

möglichen Ableitungen waren noch ziemlich allgemein. Der vor allem auch als Theoretiker und Philosoph hervorgetretene HANS DRIESCH wünschte allgemeinen Sätze zur Ableitung aller Realitäten, sogar für die Biologie. DRIESCH meinte 1902 (S. 187): "Die Naturwissenschaft aber, im Gegensatz zur Historie, interessieren ...nicht die zufällig hier auf der Erde jetzt existierenden Formen oder Stoffe, sondern das Form-und Stoffgesetz, das unabhängig von bestimmtem Raum, bestimmter Zeit und von Zufall ist". Er wollte Aussagen, aus denen alles abgeleitet werden konnte, was etwa an Veränderungen auftritt. DRIESCH meinte (1902, S. 188): "Wäre es nicht möglich, dass wir einst die Einsicht gewinnen könnten: diese Form kann nur in dieser Weise A B C D E F, aber in keiner anderen mutieren?" WAWILOW stellte ein "Gesetz der homologen Reihen" , der homologen Mutationen auf, das dem in mancher Weise entgegenkam. Das Gesetz besagte, daß bei einer Pflanzenart gefundene Mutationen auch bei verwandten Arten auftreten müßten. Wären diese Mutationen noch nicht bei allen verwandten Arten bekannt, dann könnte man sie erwarten und deshalb lohne es sich danach zu suchen. So wurde um 1930 im Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg (Mark) nach einer alkaloidfreien oder alkaloidarmen Gelben Lupine (*Lupinus luteus*) gesucht, weil verwandte Leguminosen alkaloidfrei waren. Die alkaloidfreie oder alkaloidarme Gelbe Lupine wurde tatsächlich unter der Leitung von REINHOLD von SENGBUSCH gefunden. Aber das Gesetz von den "homologen Reihen" war ein induktiv gefundenes Erfahrungsgesetz, das für so gesichert galt, daß es angewandt wurde. Aus den Eigenschaften einer Vererbungssubstanz konnte es von WAWILOW nicht abgeleitet werden.

Das Streben nach einer theoretischen, allgemeinen Biologie nahm namentlich in den 30er Jahren des 20. Jh. zu, etwa bei J. von UEXKÜLL, bei von BERTALANNFY (A. MEYER 1934). Im Jahre 1935 meinte DRIESCH gar (S. 116), daß, wenn "das Ideal erfüllt" wäre, "so würde das heißen, dass ich schauen würde, es habe jede Einzelheit des Seins diesen ihren bestimmten Ordnungsplatz. Ich würde restlos schauen: "So ist es in Ordnung", "so und nicht anders kann es sein...Dass die Sandkörner in einer Düne so und nicht anders liegen und sich bewegen, als notwendig aus einem Ganzen heraus zu begreifen, so wie ich den Inhalt des Pythagoreischen Lehrsatzes als nicht anders sein könnend begreife, wenn ich seinen Sinn erfasst habe."

Es wurden derartige Sätze oder 'Weltformeln', aus denen sich alle realen Gegebenheiten ableiten ließen, allerdings nicht gefunden oder gelten nur in einem begrenzten Bereich. Gerade für Medizin und Biologie meinte K. E.



ROTHSCHUH (1963, S. 9) richtig: "Deduktion ist im Extremfalle erkenntnismäßig leer, denn sie führt nur zu Schlußfolgerungen, die schon in den allgemeinen Ausgangspunkten implizite enthalten sind." Auch etwa die Erklärung der Landschaftsformen war so vielseitig, daß aus eine Deduktion aus wenigen Anfangsvorstellungen nur ein sehr, ja zu allgemeines Bild zustandekommen konnte. Der amerikanische Geograph DAVIS hatte das um 1900 versucht, aber etwa der deutsche Geograph ALFRED HETTNER (1928, S. 163) wies das zurück, wohl übertrieben, aber nicht unüberlegt, indem er etwa meinte: "Aber einer so mannigfaltigen und gewaltigen Wirklichkeit gegenüber, wie es die Form der Landoberfläche ist, versagt sie; sie täuscht ein Wissen vor, das wir nicht haben, und führt daher zu wissenschaftlicher Unsolidität."

Es sollte aber ebenso beachtet werden, daß die "Synthetische Theorie der Evolution" von FISCHER, WRIGHT, TSCHETWERIKOW und anderen zunächst aus mathematischen Überlegungen entwickelt wurde und dann, meistens durch andere Forscher, an die Überprüfung der so gefundenen Aussagen in der Wirklichkeit geschritten wurde. Die Vorgaben hatten die mathematisch arbeitenden Forscher aus den Ergebnissen der Genetiker über die mendelnden Eigenschaften der Organismen erhalten. Man könnte fragen, ob nicht die **gesamte moderne Evolutionstheorie hätte so aus dem Kopf entwickelt werden** können. Das wäre möglich gewesen, wenn die Erbeigenschaften eben hätten nur erdacht werden brauchen, formal konnte man auch dann mit ihnen rechnen. Aber wäre jemand auf die Idee gekommen, eben diese Dinge zu erdenken und dann aus ihnen eine Theorie der Spezifikation der Arten zu entwickeln.

### **Exakt - unexakt als zweifelhafte Qualitätskennzeichen in der Wissenschaft**

Der Begriff "exakt" schien vor allem für die Mathematik zu gelten. Aber die Beschreibung einer Schichtfolge oder eines Tieres kann und muß ebenso detailliert, genau, kurzum "exakt" erfolgen, wie die Gültigkeit einer mathematischen Formel für den von ihr erfaßten Bereich sein soll. KONRAD LORENZ warnte etwa 1959 (1968, S. 97), daß die Bewertung jedes wissenschaftlichen Ergebnisses nach der zu seiner Gewinnung angewandten 'quantifizierender Methoden' zu einer falschen Bewertung und Einschätzung der wissenschaftlichen Disziplinen führt.

### **Gestaltwahrnehmung**

KONRAD LORENZ (1959 / 1968, S. 99) wollte in der Gestaltwahrnehmung einen eigenen, den klassischen 3 Schritten der induktiven Naturforschung sich anschließenden Schritt der Forschung sehen. 'Gestaltwahrnehmung' wäre, eine Gesetzmäßigkeit unmittelbar zu erfassen, das heißt aus dem Hintergrund der zufälligen, nichtssagenden Informationen herauszugliedern, wäre wie ein 'plötzliches Herausspringen der Lösung', eine 'legitime' und unersetzliche Quelle von Erkenntnis. So würde auch der erfahrene Arzt sofort einen Symptomenkomplex erkennen. GOETHE hätte sie auch gepflegt und deshalb eben gesagt: "Geheimnisvoll am lichten Tag läßt sich Natur des Schleiers nicht berauben, und was sie Dir nicht offenbaren mag, das zwingst Du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben." LORENZ meinte, daß "jede Entdeckung einer einigermaßen komplexen Regelmäßigkeit grundsätzlich durch die Funktion der Gestaltwahrnehmung zustande" kommt. Die einzelnen Forscher sollten andererseits unterschiedlich zur 'Gestaltwahrnehmung' befähigt sein, die 'Behavioristen' eben nicht.

An der Erkenntnismethode von LORENZ, stark 'intuitiv', wurde seitdem viel Kritik geübt und eine Nachprüfung vieler seiner Aussagen eingeleitet, dieses Mal eher messend und quantitativ. Vieles von den Aussagen von LORENZ wurde damit wieder in Zweifel gezogen. Der 'Seher', der intuitiv Gestalten erfaßt, müßte danach zwar als Vorläufer neuer Ideen geschätzt sein, aber eben nicht als Begründer einer nicht weiter hinterfragbaren Erkenntnis. Es wurde, in ganz anderem Zusammenhang, auch gesprochen vom "Mißbrauch der Intuition als Argument gegen rationale und empirische Kritik" (R. LÖWENTHAL in der Einführung zu F. BORKENAU 1991, S. 20).

### **Epistemologische Konzepte in der Entwicklung der Wissenschaften**

Je nachdem, welchen Denkverfahren, welchen grundlegenden Methoden der Vorzug gegeben wurde, gab es in der Geschichte der Wissenschaften unterschiedliche Auffassungen über den Weg zur 'Erkenntnis' der Welt. Namentlich seit dem 19. Jh. gingen die Naturwissenschaften einen eigenen, von den Philosophen unabhängigen Weg und nahmen die Debatten und Ansichten der Philosophen nur noch gelegentlich zur Kenntnis. Die Philosophen schienen oft zu wenig Verständnis für die reale Forschung aufzubringen. Der Streit zwischen Philosophen und Naturwissenschaften wurde bis zum Ende des 20. Jh. nicht beendet. Immer wieder gibt es auch Bestrebungen von Philosophen, die geistige

Führung, die begriffliche Dominanz in der Wissenschaft zu gewinnen. Dabei ist dem einigermaßen allseitig 'gebildeten' Fachwissenschaftler bewußt, daß Philosophie, vernünftige, ihm bei der Forschung wie bei der Mitteilung seiner Forschungsergebnisse helfen können.

Als die großen erkenntnistheoretischen (epistemologischen) Konzepte werden genannt:

**Empirismus (klassischer), Induktivismus, Instrumentalismus, Pragmatismus, Infallibilismus, Positivismus.**

## 5. Hypothesen und ihre Rolle in der Forschung

### Begriffliches, Urteile über die Bedeutung der Hypothesen in der Entwicklung der Wissenschaften und für das Zustandekommen von Entdeckungen

#### **Hypothesen als einzige Ergebnisform in der Wissenschaft? - Hypothese und Theorie**

Der Leipziger Pflanzenphysiologe WILHELM PFEFFER meinte über seine wissenschaftlichen Ergebnisse: "Es kann sein, aber es muß nicht sein." Im übrigen forschte er weiter, als ob sich einigermaßen sichere Erkenntnisse gewinnen ließen. Am Ende des 20. Jh. werden gern alle wissenschaftlichen Ergebnisse als nur vorläufig, als bestenfalls hypothetisch betrachtet, und gelten **Hypothesen** als die **einzig mögliche Ergebnisform** wissenschaftlicher Forschung. Es wird bezweifelt, daß sich überhaupt "feste" "Wahrheiten" finden lassen.

Auch Dinge, die man als Tatsachen, als **Phänome** einschätzen könnte, waren und sind Hypothese. Das galt manchen noch immer für die umstrittene Evolution der Organismen, oder auch die Annahme einer **Kontinentalverschiebung. Gab es sie oder nicht?** Die "Theorie", die Suche nach den **Ursachen**, welche Phänomenen zugrundeliegen, wird oft, in manchen Wissenschaften durchweg gesucht im Mikroskopischen und gar Submikroskopischen, und gerade hier liegt dann das **weite Feld der Hypothesen.**

In anderen Zeiten der Wissenschaft wurden Hypothesen als "provisorische" Auffassungen verstanden, die jedoch **möglichst rasch** durch **sichere**

**Ergebnisse ersetzt** werden sollten und könnten. "Hypothese" zu bleiben galt fast als unwürdig. "Jede Theorie" wurde gemeint, hört auf "Theorie" zu sein, gemeint wohl 'Hypothese', wenn sie bestätigt ist, "und geht in den festen Bestand wissenschaftlicher Erkenntnis ein" (H. G. WUNDERLICH 1962, S. 505). Wie 'fest' war aber eben 'fest'? KONRAD LORENZ (1941/1977, S. 176) formulierte: "**Unsere Arbeitshypothese lautet also: Alles ist Arbeitshypothese**" (Hervorhebung ZIRNSTEIN<sup>9</sup>). Aber er sagte weiter (S. 177): "..., daß alles menschliche Denken nur Arbeitshypothese sei, darf nicht als eine Herabsetzung des Wertes gesicherten Menschheitswissens ausgelegt werden." Das Gehirn der Tiere wie auch des Menschen bestimmt a priori dessen, was erfaßt wird. Beim Menschen gilt das etwa für die "apriorische Anschauungsform des Raumes" als 3-dimensional und für die "Kategorie der Kausalität" (S. 182). Und: "Die meisten Reptilien, Vögel und niederen Säuger beherrschen", wie Untersuchungen etwa bei der Wasserspitzmaus gezeigt haben, "die Probleme des Raumes durchaus nicht so wie wir es tun, ..." (S. 182).

Die Termini "Hypothese" und "Theorie" wurden öfters als Synonyme benutzt. Theorien sollten nach oft geäußerter Auffassung jedoch besser gesichert sein als Hypothesen. Eine "Theorie", formulierte einmal der Physiker und Atmosphärenforscher Sir E. APPLETON (1954, S. 104), ist eine respektabel gewordene Hypothese. Dieselbe Auffassung, etwa die der Evolution der Organismen, wurden von verschiedenen Forschern auch unterschiedlich gesichert angesehen. Es wurde und wird dann je nach Einstellung gesprochen von "Abstammungslehre", Deszendenztheorie, Evolutionshypothese. Von "Evolutionshypothese" wird bezeichnenderweise in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhundert wieder mehr gesprochen als in dem sich erkenntnissicherer fühlenden 19. Jahrhundert, etwa bei HAECKEL. Und dieser in Jena bestimmende Biologe HAECKEL hat als borniert beschrieben, wer seiner Evolutionsauffassung gegenüber kritisch war.

Daß Hypothesen sichere Erkenntnis werden können, wird deutlich etwa bei den Vermutungen, daß etwa die mitteleuropäischen **Schwalben** am Grunde von Gewässern überwintern und Kuckucke sich während des Winters in Sperber verwandeln. Beringung von **Zugvögeln** und auch das Verfolgen ziehender Vögel mit dem Flugzeug haben das "Rätsel" vom Vogelzug wohl nun eindeutig gelöst, den Sachverhalt in eine unbezweifelbare "Tatsache" verwandelt. Forscher etwa in theoretischer Physik oder Kosmologie werden eine solche

Erkenntnis vielleicht als trivial empfinden und treiben Wissenschaftstheorie von anderer Warte aus. Der Fall der Schwalben aber zeigt, daß es eben doch Vorgänge gibt, solche auf mehr einfach verstehbarer Ebene, die sich sicher klären lassen. Gerade in der Biologie ist das in makroskopischen Bereichen der Fall. Aber das schließt bei Zugvögeln nicht aus, daß diese ihr Verhalten ändern können, mit dem Klimawandel. Aber auch das ist dann eindeutig nachweisbar.

Ein Terminus des 20. Jh. ist der des "**Konzepts**", worunter eine grundlegende, umfassende Auffassung verstanden wird, die ebenfalls Hypothese ist. Auch die Abgrenzung der Hypothese zum "**Modell**" ist nicht immer scharf.

"Macher", das heißt nicht im Erfindungsprozeß stehende handelnde Ingenieure, **Manager, Politiker** handeln kaum und können es nicht, als ob sie es bei ihren Anordnungen mit Hypothesen zu tun hätten. Sie entscheiden "alternativlos". Trotzdem kann Korrektur oft wichtig sein. Der vorher "alternativlos" Handelnde geht dann leicht unter. Was blieb schon von STALIN oder MAO TSE TUNG, die sich als alternativlose politische Zukunftsmacher feiern ließen?

### **Hypothesen als Ergebnis lediglich schon reiferer Wissenschaft**

Einst wurde gemeint, daß **Hypothesen auf** vor allem auf festgestellten **Tatsachen**, sogar möglichst vielen, aufbauen. Hypothesen erschienen dann erst auf einem schon fortgeschrittenen Stadium einer Wissenschaft. Der Philosoph WILHELM WINDELBAND unterschied beim Erkenntnisgewinn in den Naturwissenschaften 3 Stadien: 1. das **idiographische** (beschreibende) Stadium, 2. das **systematische** Stadium, 3. das **nomothetische** (gesetzesschaffende) Stadium. Beim 3. Stadium konnte man von Hypothesen sprechen. Ebenso meinte einmal der Zoologe und vor allem Verhaltensforscher KONRAD LORENZ (1957, 1959 / 1968, S. 99), der noch so manches andere sagte, daß sich in der "induktiven Naturforschung" 3 Schritte unterscheiden lassen: 1. das Stadium des voraussetzungslosen, hypothese-freien Beobachtens (K. LORENZ 1957), also das Sammeln einer Induktionsbasis (K. LORENZ 1959 / 1968), 2. das systematische Ordnen der Tatsachen, 3. die Abstraktion einer Gesetzlichkeit aus den Tatsachen und der Ordnung. Letzteres mochte dann eine "Theorie" sein. LORENZ war von der "Gesetzlichkeit" seiner eigenen Aussagen über tierisches Verhalten am Ende offenbar so stark überzeugt, daß er nicht einmal vom "Hypothetischen" sprach. Der Physiker MAX von LAUE meinte 1946 (S. 4):

"Am Anfang neuer Wissenschaft jedoch oder eines neuen Wissenschaftszweiges stehen notwendig rein experimentelle Entdeckungen, sie müssen erst einmal den Stoff liefern, an welchem der Gedanke anknüpfen kann."

Dem aufmerksamen Blick eines Beobachters, der in einem Fachgebiet zu Hause ist, fallen gewiß Eigentümlichkeiten, also "**Tatsachen**" auch ohne besondere vorhergehende Hypothese im Kopf auf. Was man hier als hypothetische Vorleistung ansehen kann, wäre allenfalls die Neigung, auffällige Sachverhalte zu sehen und nicht zu übersehen. Die Leiche manches Ermordeten wird schließlich auch im Walde oder im Wasser hypothesenfrei von irgendeinem Spaziergänger gefunden und dann setzt die Deutung der Kriminalisten nach dem Tathergang ein. Auch Laien sehen vielfach Dinge, die sie nicht suchen, einen in einem Gebiet nicht vermuteten Feuersalamander im regenfeuchten Wald oder hören den Ruf eines seltenen Vogels. Der führende organische Chemiker ADOLF VON BAEYER meinte (zit. aus F. RICHTER 1935, S. 175): Der Naturforscher" soll nicht herrschen, sondern horchen, er soll sich dem Gehorchten anpassen und nach ihm ummodellern." Der Botaniker E. STAHL (1893, S. 146) hat im botanischen Garten in Tjibodas auf Java ohne besondere vorangegangene Hypothese als neu bemerkt, "wie rasch sich die Blätter der meisten javanischen Pflanzen von dem aufgefallenen Regenwasser entledigen", kontinuierliche Wasserfäden von ihrer Spitze herabtröpfeln, "während bei europäischen und australischen Formen, die in jenem Garten" (in Tjibodas) "cultivirt werden, noch grosse Tropfen auf dem Laubwerk lasten". Daraus wurden Deutungen abgeleitet, die man als Hypothese oder Theorie sehen kann.

### **Hypothesen stehen am Anfang der Wissenschaft**

Der Physiker und Erkenntniskritiker ERNST MACH (1903, S. 256) sah: "Die Hypothesenbildung ... geht vielmehr ganz unbewußt schon in der Kindheit der Wissenschaft vor sich", das heißt Hypothesen stehen **schon am Anfang einer Wissenschaft**. Der Geologe BERNHARD COTTA meinte 1878 gar, daß wohl jeder Mensch irgendwelche Vorstellungen, oft aus früher Kindheit, "mitbringt", das heißt sich trägt, und diese beeinflussen seine Wahrnehmung und Akzeptierung von Fakten. Das heißt: Niemand geht hypothesenfrei an die Welt heran. GOETHE wußte, "daß immerfort wiederholte Phrasen sich zuletzt zur Überzeugung verknöchern und die Organe des Anschauens völlig verstumpfen" (H. BRÄUNING-OKTAVIO 19), also eine Hypothese nicht mehr als Hypothese wahrgenommen wird.

Schon im **alten Griechenland**, in der vorsokratischen Naturphilosophie, gab es "**Hypothesen**", unabhängig davon, ob dieser Terminus verwendet wurde. Auf HIPPOKRATES wird die "**4-Säfte-Lehre**" zurückgeführt, die Gesundheit und Krankheit erklären sollte. Im Körper des Menschen sollte es 4 Säfte geben: Blut, Schleim, schwarze Galle, gelbe Galle, die Träger der Qualitäten des Heißen, des Kalten, des Warmen, des Feuchten, womit sie auch die 4 Elemente, besser Qualitäten, Prinzipien des EMPEDOKLES, repräsentierten. Der spätere Terminus "Lehre" verdeckt den hypothetischen Charakter dieser Auffassung. Sie zu bezweifeln, hätte später ein ganzes Weltbild berührt. Eine wirkliche Überprüfung, Verifizierung, ob wirklich 4 klar trennbare "Säfte" existieren, fand nicht statt. Immerhin hat schon in der Antike PRAXAGORAS von KOS im 4. Jh. v. Chr. 11 "Säfte", darunter das Blut, unterschieden (J. LONGRIGG 1975), was von Debatten über die HIPPOKRATISCHE "Lehre" zeugt. GALEN im 2. Jh. n. Chr. hat die 4-Säfte-Lehre dann dem Mittelalter übermittelt, wo sie zum "Dogma" wurde.

Und in alten Zeiten gab es **Überlegungen** zur **Entstehung der Welt**, der Schaffung der Erde, **religiös** eingebettet und dennoch **Hypothesen**, lange bevor wissenschaftliche gewonnene Fakten zu diesen Dingen vorlagen (G. SCHMOLLER 1897, S.7). Der "menschliche Geist ... konnte nicht etwa geschichtlich mit den empirischen Einzelheiten der Natur bebeginnen und die grossen Fragen nach Gott und Weltzusammenhang" und vieles weitere "auf Jahrhunderte und Jahrtausende vertagen" /S. 7). Und gläubige Menschen, selbst manche Wissenschaftler hielten und halten an den alten Auffassungen fest, ungeachtet aller späteren Daten aus Geologie und Astronomie.

Einer Theorie, einem Weltbild, einem "Stern", besser einer "Hypothese", folgte COLUMBUS, als er den Weg nach dem gesuchten Indien nach dem Westen über den Atlantischen Ozean antrat und ebenso MAGELLAN, als er sich anschickte, die Erde zu umrunden. Gerade die Taten dieser beiden Männer, auch wenn sie nicht Wissenschaftler waren, zeigen, um jetzt KUHNs Formulierung zu gebrauchen (1981, S. 42), "wie Theorien einen Wissenschaftler auf den Weg ins Unbekannte leiten und ihm sagen, worauf er achten soll, und was er zu finden erwarten darf."

Als die Gelehrten mehr als später überzeugt waren, daß sich sichere "Erkenntnisse" gewinnen, sich Wahrheit und Irrtum deutlich scheiden lassen,

**haftete dem Begriff "Hypothese" stark der Makel von Unfertigkeit an.** Hypothesen sollten zwar mögliche Hilfsmittel sein, um sichere Aussagen zu gewinnen, aber wurden eher abgewertet.

Der Astronom JOHANNES KEPLER, der neben manchen von ihm selbst wieder verworfenen Annahmen seine 3 berühmten Gesetze aus Daten aufgestellt hatte, meinte (zitiert aus W. GERLACH 1961): "Durch hartnäckig fortgesetzte Arbeiten brachte ich es endlich dahin..., eine Astronomie ohne Hypothesen errichtet zu haben." Von NEWTON wird oft der Satz zitiert, daß er keine Hypothesen "erfindet" ("hypotheses non fingo"), also die Wahrheit über die Natur zu finden hofft. Gelehrte erkannten oft nicht, daß sie über eine Hypothese etwas gefunden hatten. Als JOSEPH PRIESTLEY um 1774 entdeckte, daß aus dem roten "Präzipitat", einer Quecksilberverbindung, beim Erhitzen ein die Verbrennung unterhaltendes Gas entweicht, später als "Sauerstoff" bezeichnet, sah er das richtig als Zufallsbefund, aber, wie E. STRÖKER hervorhob, war er immerhin von dem Gesichtspunkt ausgegangen, zu probieren, ob "Luft" aus einer Vielfalt von Substanzen zu gewinnen ist, und die Nichtanerkennung eines leitenden Gesichtspunktes in seinen Forschungen sah STRÖKER (1982, S. 207) als "Ausdruck jener methodologischen Naivität, die Priestley in seinem recht forschen trial-and-error-Verfahren nicht nur manche weittragende Entdeckung, sondern auch manchen vermeidbaren Irrtum beschert hat". Der führende Physiologe ALBRECHT VON HALLER betrachtete die Hypothese als "Nothmünze", aber als ein nützliches Instrument zur Wahrheitsfindung, wobei er meinte, daß man sowieso in der Wissenschaft letztlich im Phänomenalen bleiben müßte. Daß man durch richtige Beobachtung zur Wahrheit kommt und dazu keine Hypothesen braucht, meinte dagegen der Alpengeologe DE SAUSSURE 1781 (S. VI), bei dem es heißt, "daß die Lehrgebäude nichts seyn sollen, als die Resultate und Schlußfolgen, aus Factis gezogen". An anderer Stelle gab DE SAUSSURE (S. VIII, IX) zu, daß der in den Alpenbergen emporsteigende Gelehrte am Anfang nicht weiß, worauf sich "seine von allen Seiten zugleich gereizten und geblendeten Augen ... richten sollen", bis "nach und nach" ihm die "große Klarheit gewöhnlicher" wird und "er wählt unter den Gegenständen, mit welchen er sich vorzüglich beschäftigen soll, und zeichnet sich die Ordnung des Ganges von seinen Beobachtungen vor." Bei dem Experimentalbiologen FELICE FONTANA (1787, S. 65) heißt es, daß, wenn wir wüßten, was wir wissen und was wir nicht wissen, so würden unsere "Schlüsse ... nicht mehr Hypothesen und Irrthümer zum Grunde haben, und anstatt Systeme zu bauen, würde man suchen Materialien zu sammeln. Man



würde die Natur mehr zu Rathe ziehen, weniger Schlüsse machen, und mehr wissen." So einfach, möchte man sagen, sollte das Forschen also sein! Auch der französische Naturforscher GEORGE CUVIER, vergleichender Anatom und Paläontologe, glaubte, daß ein sicherer Fundus von hypothesenfreiem Erfahrungswissen von dem unsicheren Hypothetischen getrennt werden kann. CUVIER schrieb an seinen Jugendfreund C. H. PFAFF (W. F. G. BEHN 1845, S. 67): "Ein Hauptforderniss jeder Wissenschaft ist, dass Alles gründlich bewiesen werde. Ich wollte, dass Alles, was uns die Erfahrung zeigt, genau vom Hypothetischen durch sorgfältige Gränzen geschieden würde." Der doch hypothesenreiche Heidelberger Naturforscher GEORG HEINRICH BRONN lobte sich im Vorwort zu seinem 'Handbuch einer Geschichte der Natur' (1841, S. VI): "Es ist das erste Mal, daß der Versuch gemacht wird, eine Geschichte der gesammten Natur durch systematisches Ordnen und wissenschaftliche Beleuchtung rein thatsächlicher Beobachtungen ohne vorgefaßte Theorie zu entwerfen." P. HARTING in Utrecht warnte in seinem Buch über die "vorweltlichen Schöpfungen" 1859 (S. 266): "Leser! Jede menschliche Wissenschaft hat ihre Grenzen, die nur Vermessenheit zu überschreiten wagt, um sich auf das düstere, bodenlose Gebiet der Vermuthungen und Hypothesen zu wagen." Der französische Biologe CAMILLE DARESTE schrieb, es sei "die Eigentümlichkeit des menschlichen Verstandes, daß er ständig versucht, die Lücken der tatsächlichen Erkenntnisse durch Hypothesen auszufüllen" (zitiert aus: J. - L. FISCHER 1994). Auch nach der Ansicht des Physiologen CARL LUDWIG im 19. Jh. gab es die vergängliche und widerlegbare Hypothese oder Theorie und die mit ihrer Hilfe gewonnene, bleibende Tatsache und sagte (zitiert bei R. TIGERSTEDT (1895, S. 274 / 275): "Aber eine Theorie ist dann gut, und hat dann in der historischen Entwicklung der Wissenschaft Bedeutung, wenn sie von der Art ist, dass sie zu neuen, auf direkter Naturbeobachtung gegründeten Untersuchungen führt, durch welche die Wissenschaft an Umfang und Tiefe gewinnt. Wenn dabei solche Thatsachen entdeckt werden, welche nicht vereinbar sind mit der Theorie, welcher sie doch ihre Entdeckung zu danken haben, so fällt die Theorie. Aber sie fällt mit Ehre, denn sie hat zur Entdeckung neuer Wahrheiten geführt und hat ein wichtiges Glied in der Entwicklung der Wissenschaft gebildet." Hypothesen sind, wie THOMAS HENRY HUXLEY sagte (1894, S. 278) nicht Ziel, sondern Mittel. Ebenso glaubte der Chemiker AUGUST KEKULÉ, auf den die Auffassung von der 4-Wertigkeit des Kohlenstoffs, die unterschiedliche Wertigkeit der chemischen Elemente und die Benzol-Formel zurückgeht, daß es einerseits sichere Tatsachen und andererseits

die vageren, auf Ursachen und Zusammenhänge bezugnehmenden Hypothesen gäbe, und meinte 1877 (in 1929, S. 915): "Dass die Resultate exacter Beobachtung den Werth von Thatsachen besitzen, also denjenigen Grad von Sicherheit, den das menschliche Erkennen überhaupt erreichen kann, wird allgemein anerkannt. Es ist weiter unbestritten, dass allen denjenigen Gesetzen, die, unabhängig von Hypothesen über die Natur der Materie, aus den Thatsachen abgeleitet sind, nahezu dieselbe Sicherheit zukommt, wie den Thatsachen selbst. Ebenso unbestreitbar ist es aber, dass der menschliche Geist in der positiven Erkenntniss des Thatsächlichen keine volle Befriedigung findet, und dass deshalb die Naturwissenschaften noch ein weiteres, höheres Ziel zu verfolgen haben: daß der Erkenntniss des Wesens der Materie und des ursächlichen Zusammenhangs aller Erscheinungen." Es hieß weiter: "Wenn also auch der Einzelne, meiner inneren Natur entsprechend, sich mit positiver Forschung begnügen und auf speculative Vorsicht leisten mag, so ist es doch klar, dass der Wissenschaft als solcher dies nicht gestattet ist." Wenn KEKULÉ vielleicht meinte, daß er, seiner "inneren Natur entsprechend", mit der Benzol-Formel eine sichere und nicht nur hypothetische Erkenntnis gewonnen habe, so mußten ihm die bald von anderen Chemikern aufgestellten andersartigen Benzol-Formeln belehren, daß andere Chemiker bei aller Anerkennung von KEKULÉs Leistung seine Strukturformel als vollkommen sicher nicht ansahen, sondern eher als Hypothese betrachteten. Im Jahre 1869 hatte KEKULÉ gehofft (zitiert aus V. MEYER 1909, S. 4520): "Für so wichtig und fruchtbringend ich die Aufstellung neuer Hypothesen halte, so wenig fördernd scheinen mir lange Diskussionen theoretischer Ansichten. Einmal aufgestellte Hypothesen entwickeln sich durch die Fortschritte der Wissenschaft von selbst; neu entdeckte Tatsachen dienen ihnen als Stütze oder nötigen zu Modifikationen. In experimentellen Wissenschaften entscheidet in letzter Instanz der Versuch; und der Versuch wird auch beweisen müssen, welche der verschiedenen Benzolformeln die richtige ist." Bei aller Anerkennung der theoretischen Forschung meinte auch SVANTE ARRHENIUS (1906), daß die 'Theorie', wie er meinte, "nicht den Charakter einer absoluten Wahrheit und Gewissheit" hat, die aber andererseits möglich wäre. Eben in erkenntnisoptimistischen Perioden waren viele Wissenschaftler rasch geneigt, auch noch umstrittene Auffassungen als Theorien oder gar als "Lehre" zu bezeichnen. Mit dem Terminus "Lehre" sollte vorgespiegelt werden, daß ein bestimmtes Wissen nahezu gesichert sei und grundsätzlich für alle Zeiten festliegt. So wurde die Auffassung DARWINs nach etlicher Zeit als

"Abstammungslehre" geführt. Um noch ein Beispiel aus der ersten Hälfte des 20. Jh. anzuführen, es meinte der Biologe JAKOB von UEXKÜLL (1920, S. 5 / 6): "Die Wissenschaft kann ihren Zweck nur erfüllen, wenn sie wie ein Gerüst an einer Hauswand an der Natur aufgebaut wird. Ihr Zweck ist es, dem Arbeiter überall einen festen Halt zu gewähren, damit er an jede Stelle herankommt, ohne den Überblick über das Ganze zu verlieren. Deshalb soll vor allem der Bau des Gerüsts möglichst übersichtlich gestaltet werden, auch darf niemals ein Zweifel darüber aufkommen, daß das Gerüst selbst nicht selbst zur Natur gehört., sondern immer etwas Fremdes bleibt". Nach diesem Vergleich könnte man mit den Hypothesen etwas Dauerhaftes, eben den Bau eines sicheren Gebäudes schaffen, dem dann im Unterschied zur Hypothese, zum 'Gerüst' ein längerer bis langer Bestand gesichert ist.

Der namentlich der Praxis zugewandte Begründer der Agrarwissenschaft zu Anfang des 19. Jh., ALBRECHT DANIEL THAER, verwies einmal (1806, S. 121) auf den oft verkannten hypothetischen Charakter der auch als Tatsachen verstandenen Sätze: "Der Instinct des Menschen überhaupt ist: nach Vernunft zu handeln. Er muß sich bey jeder Erscheinung Ursache und Wirkung denken. Er macht sich daher jeder eine Theorie bey allem, was seine Aufmerksamkeit und Nachdenken erregt. Nur weiß dies mancher selbst nicht, sondern verwechselt seine Theorie mit der reinen Erfahrung, um so mehr, wenn jene schon verjähret und in den Sprachgebrauch des gemeinen Lebens übergegangen ist." Allerdings lehnte THAER an anderer Stelle (1804, S. 824 / 825) auch entschieden jene "Theoreme", Hypothesen, ab, die manche Gelehrte als gesichert ansahen: "Es scheint gar zu widersinnig, daß man Erfahrungswissenschaften, wie Arzneykunde und Landwirthschaftskunde, die sich lediglich auf sinnliche Wahrnehmungen gründen können, auf die von allem Sinnlichen ganz abgeschiedenen Theoreme der neuen Philosophie zu gründen sucht. ... " S. 825: "... man wird bald einsehen lernen, daß diese schulgerechten Deductionen nichts als ein Flitterstaat sind, ... neue Schriftsteller ... setzen gewisse, theils ganz falsche, theils halb wahre Erfahrungssätze so apodictisch apriori hin, als gewisse Philosophen ihr Ich und Nicht - Ich setzen; ... "

### **Ansichten über den Hypothesencharakter alles Wissens**

Teilweise schon im 19. Jh. aber mehr im 20. Jh., das den "Umbruch der Physik" erlebt hatte und etwa in Kosmologie, theoretischer Chemie und Genetik ganz

neue Wege beschritt, wurde öfters möglichst allen wissenschaftlichen Aussagen nur der Wert einer "Hypothese" zuerkannt. In der ersten Hälfte des 19. Jh. fiel etwa Medizinern die fortlaufende Abkehr von einmal als gültig betrachteten Ansichten auf, und etwa CARL FRIEDRICH HEUSINGER, einer der frühen Histologen, meinte 1822 (S. 3): "Wissenschaft ist das werdende Wissen, sie ist immer nur Forschung, nie vollendetes System" (Hervorhebung im Original). Für die Mediziner im letzten Viertel des 19. Jh. formulierte der Pathologe FELIX MARCHAND 1881 (1882, S. 24): "Es ist die Sache eines unfreien Geistes, wissenschaftliche Resultate als etwas fest Abgeschlossenes, Dogmatisches in sich aufzunehmen; der Denkende wird sich stets bewusst sein, dass Alles dem Wechsel unterworfen ist bis auf die wenigen grossen Grundgesetze, welche sich nur selten im Laufe der Jahrhunderte dem menschlichen Geiste enthüllen." MARCHAND teilte nicht mit, welche "Grundgesetze" er als solche sah. "In der Natur ist alles gewiß, in der Wissenschaft ist alles problematisch", mahnte der aus Estland stammende Biologe VON UEXKÜLL 1920. Wann ein Lehrsatz zum Lehrsatz wird, hieß es bei ihm weiter, das bestimmt nicht die Natur, sondern der Forscher. Einem sich auf Wissenschaft berufenden Lehrer hat VON UEXKÜLL geantwortet: "Berufen Sie sich, worauf Sie wollen, nur nicht auf die Wissenschaft, Sie ist nichts weiter als die Summe der Ansichten der jeweils lebenden Gelehrten, und die ist alle dreißig Jahre etwas anderes" (zitiert bei: J. HALLER 19, S. 246). Am Ende des 20. Jh. sahen manche Wissenschaftstheoretiker in wissenschaftlichen Aussagen nur mehr ein "soziales Konstrukt", eine Übereinkunft über die nur unzureichend bekannten Dinge der Welt. Der Terminus "soziales Konstrukt" erscheint nicht gerade glücklich, denn die Gesellschaft als Ganzes kümmert sich wohl kaum um die Formulierung von wissenschaftlichen Aussagen und manches Grundwissen besteht etwas länger. Nachdem sich manche Wissenschaftler durch die Unterstützung, ja Schaffung der zweifelhaften Rassen"lehren" der Nationalsozialisten, durch zweifelhafte politische Ansichten unter STALIN und fortlaufende zweifelhafte Bekenntnisse zu allen "Lehren" des Marxismus-Leninismus, durch Bekenntnisse zur Biologie LYSSENKO's sich auf dann nicht als gültig erwiesene Aussagen eingelassen hatten, war dies für Philosophen und Wissenschaftstheoretiker eine Herausforderung, über die Gültigkeit von wissenschaftlichen Aussagen nachzudenken. Theorien aufzugeben und durch neue zu ersetzen, schien eine Angelegenheit der Psychologie des Menschen sein und nicht eine der sich mehrenden Kenntnisse der Forscher. Allerdings kann man auch fragen, ob alle, die hier im Chor der Zustimmenden zu zweifelhaften Ansichten beitrugen,

wirklich als Gelehrte, als Forscher zu bezeichnen sind. Warum sollte die 'hehre' Wissenschaft nicht auch Tummelplatz von Charlatanen werden?

Wenn bezweifelt wird, daß objektive Erkenntnis überhaupt möglich, gibt das auch Oberwasser für jene, die **beliebige Ansichten**, etwa **religiöse 'Lehren'**, den wissenschaftlichen Erkenntnissen als **gleichwertig** an die Seite stellen möchten, denn alles wäre eben unsicher. Also könne man auch beliebig glauben. "Ich weiß, daß man Erlöser lebt!" singt das fromme christliche Mütterlein und sollte man ihr sagen: "Ein Dreck weißt Du, Du singst bestenfalls für eine Hypothese!" POPPER suchte zu finden, was eben als "wissenschaftlich" gelten kann, auch wenn es Hypothese ist und was von vornherein als nicht diskutierbar, nicht widerlegbar und deshalb als nicht 'wissenschaftlich' ausfällt. Über die zweimalige Begegnung von Moses mit Gott persönlich auf dem Berge Sinai oder dem Besuch des Erzengels Gabriel bei Mohammed - als einer wissenschaftlichen Hypothese, auch eine fehlerhaften, ist das wohl nicht gleichzusetzen.

### **Enttäuschung über die Unsicherheit in der Wissenschaft und Akzeptanz des Hypothesencharakters des Wissens**

Gab es vermeintlich keinerlei sicheres Wissen, bereitete das auch Enttäuschung, zumal das Vertrauen in die Religion und in die Politik oft noch mehr gelitten hatte. Manchen Menschen bedeutete der Bruch von der normalen Schulbildung mit einer möglichst hypothesenfreien Wissensvermittlung zum Studium von Wissenschaften mit viel Hypothetischem ein geistig bewegender Bruch mit dem bisherigen Sicherheitsgefühl über ihr begrenztes Wissen, und oft kam gerade zu diesem Erlebnis noch der Zweifel an der überlieferten Religion. Der "Arbeiterastronom" BRUNO H. BÜRCEL, der bei Schustersleuten aufwuchs, hatte sich am Ende des 19. Jh. als Autodidakt zum Astronomen emporgearbeitet, und meinte rückschauend in seiner Autobiographie (1919, s. 162): "Die Errungenschaften der Naturwissenschaft, die mir vordem als ein erzener Block erschienen, kamen mir nun wie eine sich langsam umformende Nebelmasse vor, die in ihrem Inneren Kerne barg, die man mehr ahnen als sehen konnte, und die Welt erschien mir mit einem Male unendlich viel komplizierter, ..."

Zu Recht wird gerade vom Hochschullehrer erwartet, daß er auch auf das noch Umstrittene, das noch nicht Abgesicherte seiner Auffassungen eingeht und vom

akademisch gebildeten Menschen ist zu hoffen, daß er wegen des Hypothetischen vieler Ansichten tolerant gegenüber abweichenden Auffassungen anderer ist, ohne jeden Unsinn anzuerkennen. Von dem Berliner Zoologen und Anatomen des 19. Jahrhundert, JOHANNES MÜLLER, wird von seinem Hörer TH. L. W. BISCHOFF (1858, S. 14) gelobt, daß es bei seinen Vorlesungen "nicht der ruhige Besitz" war, "den man bequem nach Hause getragen" hat, "sondern eine geistige Unruhe und Anregung zu eigenem Denken und Forschen."

Eine geistige Welt nur der **Unsicherheit schuf** gewiß **die Gefahr völliger Bindungslosigkeit** und eines allgemeinen Zynismus. Nach Macht strebende Menschengruppen schienen und scheinen die Mehrheit der Menschen in eine erkenntnismäßig aussichtslose Situation manövrieren zu wollen, damit sie ihr Selbstvertrauen verlieren und dadurch beherrschbar werden. Auf dem Boden allgemeiner Unsicherheit durften auch die religiösen Führer auf neue Zuwendung zu ihrem religiösen Glauben hoffen. Eine solche Einstellung wäre das Gegenteil dessen, was die Wissenskritik gegenüber Ideologien bewirken wollte.

Das **Wissen der Naturwissenschaften**, so wurde zu Recht demgegenüber hervorgehoben, war aber andererseits **das jeweils sicherste mögliche Wissen**. Nur in den Wissenschaften werden die Aussagen immer wieder geprüft, nur das wissenschaftliche Wissen ist sinnvoll kritisierbares Wissen. Nicht aus Laune und Willkür, auf Grund von überprüfbaren Einwänden, wurde Wissen ersetzt. Die großen Forscher sahen ihr Werk als den einen oder anderen Schritt auf dem verschlungenen Wege zur Erfassung der Welt und erwarteten, selbst im Falle des Irrs zum Fortschritt der menschlichen Erkenntnis beigetragen zu haben. CARL FRIEDRICH von WEIZÄCKER hielt den Nur-Zweiflern entgegen (Zitat aus H. MOHR etwa 1982, S. 144): "Wenn man über fast 400 Millionen Kilometer (die tausendfache Entfernung des Mondes) ein Instrument auf dem Mars weich landen lassen, seine Bewegungen über diese Entfernung steuern und die von ihm aufgenommenen Photographien (auf der Erde) empfangen kann - ist das anders erklärlich, als weil man die Bewegungsgesetze der Körper und der Lichtwellen wirklich kennt?"

Die Fachwissenschaftler schauen vielfach verständnislos auf die Aussagen der Wissenschaftstheoretiker herab, gewiß nicht unbeeindruckt und zu größerer Bereitschaft zur Überprüfung mancher Aussagen geneigt, aber auch unüberzeugt

von der angeblichen Beliebigkeit, mit der Aussagen in der Wissenschaft zustandekommen sollen.

Es gibt wohl Unterschiede in den verschiedenen Bereichen der Wissenschaft hinsichtlich der Gewinnung von einigermaßen sicheren Erkenntnissen. Der von HARVEY entdeckte Blutkreislauf bei den höheren Tieren und beim Menschen ist wohl mehr als nur eine Hypothese, sondern ein sicherer Fakt, bei allem, was im einzelnen zu ergänzen und zu verfeinern war. Ebenso kann kaum die Zuckerspeicherung in der Leber, gefunden von CLAUDE BERNARD, als eine eher willkürliche Annahme betrachtet werden und daß Bakterien Krankheiten auslösen, wird wohl nicht mehr zu bestreiten sein, bei allen noch offenen Fragen im einzelnen. Der durch wiedergefundene Fußbringe nachgewiesene Wanderzug vieler europäischer Vögel in der ungünstigen Jahreszeit nach Afrika kann kaum noch bezweifelt werden. Der Schweizer Geologe ALBERT HEIM sagte 1908 (S. 4) in einem Vortrag über die neuen, noch umstrittenen Ansichten zur Alpengeologie, die Deckenüberschiebung: "Freilich, ausserhalb der Wissenschaft vernimmt man oft zu wenig von den dauernden endgültigen Errungenschaften und hört mehr nur vom Widerstreit der Ansichten der Forscher. Das erweckt den falschen Schein, als sei alle Wissenschaft bestreitbar."

Anders steht es mit der Sicherheit bei den Hypothesen etwa über das Sehen, den Hypothesen über die Feinstruktur der Materie, über Erscheinungen im fernen Weltall.

### **Vesuche zur Trennung der Tatsachen von der Interpretation - Positivismus**

Ein bemerkenswerter **Versuch, Hypothetisches vom Tatsächlichen**, vermeintlich Sicherem, **zu trennen**, war die Philosophie des **Positivismus**. Der Terminus geht AUGUSTE COMTE zurück, und Philosophen wie JOHN STUART MILL oder HERBERT SPENCER wie auch Naturwissenschaftler wie ERNST MACH und WILHELM OSTWALD waren dieser Denkrichtung verbunden. Sicher faßbar, wurde argumentiert, wären nur gewisse Daten, "Sinnesdaten", unter ihnen auch stark die von Meßinstrumenten abgelesenen Daten. Diese Daten würden in Hypothesen und Theorien geordnet, zu einem umfassenderen Bild, zu Zusammenhängen gefügt. Dieses Bild, diese Ordnung geben aber nicht die Realität in der Natur wider. Im Unterschied zu den Daten wären die Hypothesen mehr oder weniger willkürlich. **Willkürliche**

**Schöpfungen des Menscheistes** sollten sogar die grundsätzlichen Kategorien sein, und etwa behauptet, daß echte **Kausalität** unbewiesen ist, es nur die Wiederkehr des Gleichen gibt (E. MACH 1883 / 1903), aus dem das erkennende Subjekt Kausalität ableitet.

Das Sichere, die Tatsachen von der Interpretation zu trennen, wurde ohne den Terminus "Positivismus" von manchem Forscher erörtert. Im späten 18. Jahrhundert etwa empfahl der Chemiker und Publizist JOSEPH PRIESTLEY (J. G. MC EVOY 1984) sichere "neue Fakten" von einer später immer noch möglichen "allgemeinen Theorie" zu scheiden. Der führende Physiologe ALBRECHT VON HALLER in Göttingen meinte, daß der Mensch nur die Erscheinungsformen, also die Phänomene und gewisse Wirkungen fassen kann, aber nicht zu den Ursachen der Erscheinungen und gar zu den gesetzten Zwecken, die man noch vermutete, vordringen kann. GOETHE lehnte diese Ansicht ab und schrieb satirisch, daß HALLER meinte: "Ins Innere der Natur dringt kein erschaffener Geist, zu glücklich, wenn sie noch die äußere Schale weist." Der in Wien wirkende Physiologe GEORG PROCHASKA schrieb 1797 (S. 4), daß die Physiologie empirisch zu Werke gehen muß und sich oft damit zu begnügen hat, festzustellen, "was geschieht, und zu welchem Endtzweck es geschieht, wenn er auch nicht darthun kann, wie es geschieht." Man müsse sich "vor der Sucht, alles erklären zu wollen, hüten; denn nichts hat die Physiologie mehr verunstaltet, als diese thörichte Geschwätzigkeit." Dem Chemiker JUSTUS LIEBIG war bewußt, daß die festgestellten immer wiederkehrenden Proportionen, mit denen sich chemische Elemente und Substanzen überhaupt miteinander verbinden, Tatsache sind, aber die daraus abgeleitete Atomtheorie nur eine Interpretation, ein sicherlich brauchbares Bild sein kann, aber für den Verstand wäre es "durchaus unmöglich, sich kleine Theilchen der Materie zu denken, welche absolut untheilbar sind" (1845, S. 57). Die "Unwahrheit oder Wahrheit" der Atomtheorie würde jedoch mit dem "Gesetze" der konstanten Proportionen nicht erwiesen. ROBERT MAYER, der den Satz von der Erhaltung und Umwandlung der Energie fand, benutzte sogar den Terminus "positiv", wenn er schrieb: "Die echte Wissenschaft begnügt sich mit positiver Erkenntnis und überläßt es willig den Poeten und Naturphilosophen, die Auflösung ewiger Rätsel mit Hilfe der Phantasie zu versuchen" (zitiert bei W. GERLACH 1936, S. 721). Das Bekenntnis zur notwendigen Trennung zwischen Tatsachen und ihrer Interpretation zeichnete noch manchen gewissenhaften Forscher aus und nach der Begründung des Positivismus haben manche



Forscher diese Philosophie begrüßt und unterstützt. Der Geograph ALFRED HETTNER (1928) forderte eine Trennung der objektiven Beschreibung der Formen der Landschaft und der Erklärung ihres Zustandekommens.

Mit der Anerkennung von Erkenntnisgrenzen sprach der englische Biologe THOMAS H. HUXLEY vom "**Agnostizismus**". In Deutschland prägte der Berliner Physiologie-Ordinarius EMIL DU BOIS-REYMOND das "Ignorabimus", des "Wir werden es nicht wissen" für gewisse Dinge, was HAECKEL namentlich in seinem Buch "Die Welträtsel" 1899 ablehnte. In seiner Rede zur Feier des "Leibnizischen Jahrestages" der Berliner Akademie der Wissenschaften 1876 sagte DU BOIS-REYMOND (S. 403): "Der Standpunkt des heutigen Naturforschers den letzten Gründen der Dinge gegenüber kann nur Entsagung sein." Und weiter (S. 405) meinte er: "... Der unverrückbaren Grenzen kundig, die dem menschlichen Verstande nun einmal gesteckt sind, verlangt er nicht darüber hinaus." Die Grenzen des menschlichen Verstandes gehörten nun aber gewiß zu den Dingen, der DU BOIS-REYMOND nicht "kundig" sein konnte. Für die Forschung gab es jedoch auch für DU BOIS-REYMOND noch genügend zu leisten, und, daß er (S. 405) "vor ewigen Räthseln steht, entmutigt" den heutigen Naturforscher "nicht." Anspielend an den freiwilligen Sturz des antiken Philosophen EMPEDOKLES um 430 v. Chr. in den Krater des Vulkans Ätna, feierte der gern literarisch brillierende DU BOIS-REYMOND den gegenwärtigen Naturforscher: "Weder stürzt er sich, wie Empedokles, verzweifelnd in den physischen Schlund, dessen Geheimnis er nicht zu ergründen vermag, noch wie Faust in den moralischen Abgrund, ..." Denn auch der seiner Grenzen bewußte Naturforscher "verachtet nicht, weil den Urgrund der Dinge zu erkennen ihm versagt ist, Vernunft und Wissenschaft ..." Trost und Erhebung gibt ihm die Arbeit, "welche" dennoch "den Schatz menschlicher Erkenntnis mehrt, durch heilsame Anstrengung die Kräfte und Fähigkeiten unseres Geschlechts steigert, unsere Herrschaft über die Natur ausdehnt, unser Dasein durch Bereicherung unseres Geistes veredelt und durch Vervielfältigung unserer Genüsse verschönt.

Von jenem niederschlagenden 'Ignorabimus' rafft sich der Naturforscher wieder auf zu des sterbenden Septimius Severus mannhaftem Losungswort an seine Legionare: 'Laboremus!' " Im 20. Jh. wird die 'evolutionäre Erkenntnistheorie' das DU BOIS REYMONDsche Erkenntnisbild auch sehen. Man kann auch argumentieren: "... durch maximales Wissen" kann man "zum eigentlichen Nichtwissen vordringen" (K. JASPERS 1955, S. 30).

Der Positivismus wurde immer wieder als überwunden erklärt, von linken wie rechten Kritikern und Gegnern, wurde viel **geschmäht**, auch als wissenschaftsfeindlich, als forschungshemmend bezeichnet. Die mit dem Positivismus verbundenen Debatten gaben aber der Wissenschaft wohl bleibende Anregungen, brachten wichtige Einsichten und Begriffe. Vom vorsichtigen Wissenschaftler wird gemäß der positivistischen Ansicht zu Recht davon gesprochen, daß etwas "wahrscheinlich gemacht" wird, das heißt, daß eine Aussage eben nach allem, was zu einer Zeit bekannt ist, als gültig angesehen werden darf, jedoch keine letzte Gewißheit besitzt. Die Marxisten und vor allem auch LENIN meinten dem entgegen, daß durch den Positivismus der Welt- und Gesellschaftserkenntnis Schranken im Interesse der bisher herrschenden "Klassen" gesetzt würden, die Unterdrückten in Lethargie bringt. Der Philosoph und Schriftsteller JEAN AMÉRY wunderte sich jedoch (1992, S. 93), daß der Positivismus, "... für die Linken so eine Art Vogelscheuche ..." ist, denn nach seiner Feststellung hatte der Positivismus in Österreich nach dem Ersten Weltkrieg "eine ausgesprochen linke und emanzipatorische Funktion gegenüber dem Druck, den die katholische Kirche auf das ganze österreichische Geistesleben ausgeübt hat, und gegenüber allen irrationalistischen Pseudometaphysiken." Religionen wie ideologisch-weltanschaulich orientierte Bewegungen sind eben beide wenig daran interessiert sind, sichere Fakten von irgendwelcher Interpretation zu trennen, und ein von sicheren Fakten abhängiger "Glauben" sähe wohl in der Tat trübe aus. Der popularisierende Physiker ERNST ZIMMER meinte (etwa 1942, S. 15): "Die Wissenschaft wird auf eine Beantwortung der der letzten Dinge verzichten müssen und sie heute wie stets dem Glauben überlassen. Das ist kennzeichnend für die Wissenschaft, daß sie emporzielt zu den höchsten Zielen und doch stets die Metaphysik den Schlußstein setzen lassen muß, ..." Aber, möchte man fragen, was bringt uns da hinter dem einigermaßen begründeten Wissen irgendwelche Metaphysik, irgendwelcher 'Glaube', und wessen und welcher 'Glaube'? Warum nicht hinter dem real Erforschten das wissenschaftliche Vakuum ohne sinnloses Auffüllen lassen? Damit etwa ein Papst den Leuten einreden kann, daß er etwas weiß, was der normale Mensch eben nicht versteht? Widerlich! ?

Ein generelles Hypothesenverbot wurde vom Positivismus nicht verlangt. Es gab andererseits das Bestreben, die **Gewißheit** der Hypothesen oder Theorien möglichst zahlenmäßig, quantitativ wenigstens 'in etwa' **einzuschätzen**, also

eine "stetige Skala von schlechten Theorien mit niedriger Wahrscheinlichkeit zu guten Theorien mit hoher Wahrscheinlichkeit" (I. LAKATOS 1982, S. 3) aufzustellen. Diesem Bestreben des "**Probabilismus**" stand etwa I. LAKATOS recht kritisch gegenüber.

### **Hypothesen im Forschungsprozeß, auch als Voraussetzung zur Auffindung von Tatsachen**

Für viele Forscher wurde niemals strittig, daß Hypothesen auf dem Wege zu Entdeckungen unumgänglich sind. Nur mit einer Hypothese im Kopfe, könnte man zu Untersuchungen schreiten. Jeder, der die Fähigkeit erreicht hat, eine Beobachtung mit wissenschaftlichen Wert niederzuschreiben, hat irgendwelches **Vorwissen** besessen, wenigstens unbewußt, und jede Beobachtung wird deshalb mit einem solchen Vorwissen angestellt. "Was wir wahrnehmen", heißt es bei Y. ELKANA (1986, S. 78), " - das heißt, was wir aus dieser Unendlichkeit auswählen, um es aufzuzeichnen oder zu bemerken - ist bereits das Ergebnis eines bestimmten Gesichtspunkts, der wiederum nichts anderes als ein theoretischer Kontext ist." Der Naturforscher K. E. von BAER schrieb in seiner "Autobiographie" (hier nach: R. STÖLZLE 1897): "Meine ganze Untersuchungs- und Betrachtungsweise war von allgemeinen Ansichten durchdrungen, die ich zum Theil mitgebracht, zum Teil aber durch die Beobachtung selbst erhalten habe".

Unbewußt Hypothetisches statt unbefangener Tatsachenbeobachtung allein als Voraussetzung einer Entdeckung, auch einer neuen Hypothese, anzunehmen, störte vor allem Anhänger der rein induktiven Methode. CHARLES DARWIN hat in dem stark von F. BACON geprägten England in seiner im Alter geschriebenen Autobiographie seinen Weg zur Abstammungslehre wohl deshalb so dargestellt, als ob er auf seiner Weltreise auf dem Schiff "Beagle" mit bestimmten unerwartete Beobachtungen etwa an den Erdfinken (Darwinfinken) auf den Galapagos-Inseln konfrontiert wurde und sich beim Nachdenken darüber die Deszendenztheorie wie von selbst ergab. Allerdings hatte DARWIN in dieser "Autobiographie" auch geschrieben, daß er etliche Jahre vor der Weltreise, in Edinburgh, über LAMARCKs Ansichten über die Abstammung der Lebewesen unterrichtet worden war und CHARLES DARWINs Großvater ERASMUS DARWIN hat ähnliche Gedanken verbreitet, die dem dem Enkel wohl nicht unbekannt geblieben waren. Es muß bezweifelt werden, ob

DARWIN wirklich, wie er im Alter meinte, diese Ideen von LAMARCK und ERASMUS DARWIN ausgerechnet auf der Weltreise vergessen hatte, zumal er sich ihrer Kenntniss im höheren Alter wieder erinnerte. Mit einer wenigstens vagen Vorstellung von Abstammung im Kopf hat er dann noch auf oder nach der Weltreise die Entstehung von ihm beobachteter verwandter Arten in benachbarten oder gleichen Regionen, ob bei Galapagosfinken, Riesen-Schildkröten, Falkland-Füchsen, im Sinne von Evolution gedeutet. DARWIN glaubte wohl im Sinne der oft einseitig beschriebenen induktiven Erkenntnisgewinnung seines Landsmannes FRANCIS BACON seinen Weg zur Deszendenztheorie beschreiben zu müssen. In einem Briefe vom 18. September 1861 hatte DARWIN ganz anders an HENRY FAWCETT geschrieben (F. DARWIN et al. 1903, S. 195; zitiert auch in D. HULL 1973), daß man eine Beobachtung nur für oder gegen eine Ansicht durchführen kann, wörtlich: "About thirty yeras ago there was much talk that geologists ought only to observe and not theorise; ...How odd it is that anyone should not see that all observation must be for or against some view if it is to be of any service!" Nur mit einer Hypothese betrieb man Beobachtungen. Viel später einmal machte FABRICIUS (1906, zitiert in W. SCHMIDT 1932) die Bemerkung: "Selbst scharfes Gesicht und täglicher Aufenthalt im Walde, sogar aufmerksames Betrachten der Erscheinungen, reichen nicht hin, die Naturerkenntnisse wesentlich zu fördern." Das heißt, nur wenn wenigstens eine gewisse theoretische Vorgabe vorhanden ist, werden auch sinnvolle Beobachtungen angestellt, sei es auch eine solche einfache Vorgabe, daß alle in einem Walde unterscheidbaren Pflanzenformen festzustellen sind. Daß Tatsachen als solche sich aufdrängen, mag im Falle des Blitzschlags zutreffen, der LUTHERs Freund tötete und ihn zu einem neuen Lebensweg bekehrte, aber so wurde nicht alles in der Natur gefunden. 'Im Walde dahingehen und nichts zu suchen' (GOETHE) wird wohl nur durch grelle Fakten unterbrochen und denen nachzugehen mag dem Naturforscher Anregung sein. Wer am Himmel mit dem Fernrohr beobachtet ist wohl von vornherein auch auf Überraschungen eingestellt, wie der Chemiker, der Stoffe miteinander in noch unbekannter Weise miteinander reagieren läßt.

Gerade die erfolgreichsten Forscher waren vom Vorgangehen von Hypothesen wenigstens bei vielen Untersuchungen und folgenden Entdeckungen überzeugt. Der so erfolgreiche Chemiker JUSTUS LIEBIG schrieb aus seinen Erfahrungen im Jahre 1863 (S. 49) gegen die Auffassung des allerdings schon lange

verstorbenen englischen Philosophen FRANCIS BACON, der angeblich nur die induktive, von Tatsachenbeobachtung ausgehende Methode der Forschung favorisiert hatte. LIEBIG dagegen war zu der Auffassung gekommen: "...aber in der Naturwissenschaft ist alle Forschung deductiv oder apriorisch; das Experiment ist nur Hilfsmittel für den Denkproceß, ähnlich wie die Rechnung, der Gedanke muß ihm in allen Fällen und mit Nothwendigkeit vorausgehen, wenn es irgend eine Bedeutung haben soll. ... Ein Experiment, dem nicht eine Theorie, d. h. eine Idee, vorhergeht, verhält sich zur Naturforschung wie das Resultat einer Kinderklapper zur Musik." LIEBIG korrespondierte darüber auch mit seinem Göttinger Freund FRIEDRICH WÖHLER. LIEBIG schrieb am 29. Juni 1865 (1958, S. 313) an WÖHLER: "Die Philosophen nehmen an, dass die Thatsachen die Ideen erzeugen, und in gewissem Sinne ist dies auch richtig; aber ich finde in der Geschichte der Naturforschung, dass man, um eine Thatsache zu verstehen, bestimmte Ideen bereits im Kopfe haben muß, und dass die Augen nichts sehen, was im Geist nicht vorher gedacht worden ist. Tausende von Menschen sehen eine Erscheinung vor sich gehen, ohne dass ihnen dadurch eine Idee erweckt wird, ..." WÖHLER antwortete am 10. Juli und gab zu bedenken: "... aber es wäre doch die Frage, ob nicht die Ideen ebenfalls schon durch die gleichsam unbewusst vorausgegangene Beobachtung von sinnlichen Wahrnehmungen entstanden sind."

Viele weitere Zeugnisse für die Rolle der Hypothese wären anzuführen. Der Freiburger Geologe BERNHARD COTTA meinte 1878 im Geiste der etwas militärischen Zeit, daß Hypothesen wie "Vorposten" sind, welche in noch nicht hinreichend erkannte Gebiete eindringen und dort die wissenschaftliche Ausbeutung vorbereiten. Der führende Eiszeitgeologe ALBRECHT PENCK schrieb 1879, daß man die auf Gletscher zurückzuführenden Schleifspuren auf Felskuppen etwa in Nordwest-Sachsen deshalb bisher nicht beachtet hatte, weil man noch nicht die Glaziallehre besaß und ohne diese das gewiß nicht ganz unauffällige Phänomen der Ritzen auf Felsen übersah. In Schweden waren die dort noch auffälligeren Schleifspuren an anstehenden Felsen allerdings schon lange beachtet worden, jedoch wurden auf eine gewaltigen Flut erklärt. Der führende spanische Physiologe RAMON Y CAJAL meinte (1938, S. 106) im Anschluß an TYNDALL: "Eine Vermutung, ein Erklärungsversuch, gleichgültig ob gut, ob schlecht, muß immer unser Führer bleiben, da man ja nicht blindlings herumtappen kann." Der schwedische Chemiker SVANTE ARRHENIUS bemerkte (S. 4) in Erinnerung an den nach vorangegangener Berechnung gleichzeitig von zwei Seiten her in einen Berg getriebenen Tunnel zur

Wasserversorgung der antiken Stadt Samos: "Die Arbeit eines Experimentators, der ohne den leitenden Einfluss einer Theorie die Beziehung zweier Faktoren zu finden sucht, die von Einfluss auf eine Erscheinung sind, lässt sich mit der Arbeit eines Ingenieurs vergleichen, der zwei Städte, die auf den entgegengesetzten Seiten einer Bergkette liegen, durch einen Tunnel miteinander verbinden will, und der den ganzen Berg abträgt, um sicher zu sein, die kürzeste und bequemste Verbindung zu finden." Hypothesen, so wurde in einem anderen sinnvollen Vergleich gesagt, sind wie Gerüste, die den Bau der Wissenschaft erlauben und abgerissen werden, wenn mit dem Bau wieder ein Stück vorangekommen worden ist.

Von den Hypothesen, so wurde gesehen, wurde **unter bestimmten Blickwinkel auf die Wirklichkeit** geblickt. Der Mediziner OSCAR MINKOWSKI hatte 1911 (S. 1031) erkannt: "Die theoretischen Vorstellungen geben uns die Standpunkt, von dem aus wir die Dinge in der Praxis betrachten. Jede Aenderung des Standpunkts läßt aber andere Seiten in den Vordergrund treten und entzieht das unseren Blicken, was wir vorher als das Wesentlichste ins Auge gefaßt hatten."

Eine praktisch wichtige Errungenschaft für schwer leidende Kranke auf Grund einer Hypothese war das **Syphilisheilmittel Salvarsan**. Sein Entdecker PAUL EHRLICH, war überzeugt gewesen, daß es Substanzen geben muß, die an Bestandteilen der einzelligen Syphiliserreger fester haften müssen als an den Bestandteilen der Wirtszelle und so die Erreger selektiv zerstören bei allenfalls geringer Schädigung des Wirtes. EHRLICH meinte (G. L. DREYFUS 1915, S. 1191), "dass ein Fortschritt in der Erkenntnis nur vom theoretischen Gesichtspunkte erfolgen kann, und dass somit eine selbst verfehlte Theorie immer noch fruchtbringender wirken kann, als rohe Empirie, die ohne Erklärungsversuch die Thatsachen registriert".

### **"Kühnheit" von Hypothesen**

Bei der Aufstellung von Hypothesen sollte nach Ansicht erfolgreicher Forscher nicht vor augenscheinlichen Verrücktheiten zurückgeschreckt werden, da man nie wissen konnte, wie sich die Natur verhält und Unerwartetes möglich war, und selbst augenscheinliche Lächerlichkeit nicht über den Erfolg entschied. Für kühne Hypothesen als Wegweiser für neue Forschung plädierte im 19. Jh. der

erfolgreiche französische Physiologe CLAUDE BERNARD, der selbst weiterführende Entdeckungen zuwegebrachte, aber auch darüber nachdachte, wie prinzipiell neue Erkenntnisse gewonnen werden. Er schrieb 1865 (dtsch. 1961, S. 233): "Wenn man Neuland betritt, soll man sich nicht scheuen, sogar gewagte Ansichten auszusprechen, um Untersuchungen in den verschiedensten Richtungen anzuregen. Man darf nach einem Ausspruch Priestleys nicht infolge falscher, auf der Furcht vor Irrtum beruhender Bescheidenheit in Untätigkeit verharren." SANTIAGO RAMON Y CAJAL meinte in seiner auch ins Deutsche übersetzten Schrift "Regeln und Ratschläge zur wissenschaftlichen Forschung" (1938), daß die Selbstüberhebung des wissenschaftlichen Neulings wichtiger wäre als Kleinmütigkeit, die in Untätigkeit mündet. "Die Gehorsamen und Demütigen", meinte er RAMON Y CAJAL (1938, S. 33), "können sich wohl zu Heiligen entwickeln, nie aber zu Gelehrten".

Als MAX BORN (1969, S. 125) hörte, daß EINSTEIN über KANT gesagt hatte, er "fange an, die ungeheure suggestive Wirkung zu begreifen, die von diesem Kerl ausgegangen ist und immer noch ausgeht...", hat BORN gemeint: "Ich finde es erfrischend, einen der großen Heroen der deutschen Philosophie mit "der Kerl" angesprochen zu sehen. Durch derlei Bemerkungen habe ich die Respektlosigkeit gelernt, die man philosophischen Gedanken gegenüber haben muß, wenn man in der theoretischen Physik etwas schaffen will". Gerade bei den Hypothesen gehört in die Wissenschaft auch eine spielerische, probierende Einstellung. Es muß mit den Dingen jongliert werden, müssen wenigstens im Geiste Dinge andersartig als normal verbunden, müssen ungeahnte Beziehungen wenigstens erörtert werden. Verrücktheit muß also für Wissenschaftler fast als notwendig erachtet werden. Mehrere, die es erlebten, beschrieben die Ausgelassenheit, mit der Kernphysiker feierten oder sich neckten. In Kopenhagen bei NIELS BOHR meinte einmal der junge, aus Wien stammende VICTOR WEISSKOPF (1991, S. 84), daß es ihm in dem Kreis der in der dänischen Hauptstadt zusammengekommenen Physiker sehr gut gefalle, er jedoch über "über das alberne Benehmen, die Witze und Possen" "schockiert" sei und mehr "Ernst" erwarte. BOHR belehrte ihn: "Manche Dinge sind so ernst, daß man darüber nur scherzen kann." In Kopenhagen wurden bei BOHR ganze witzige Sketche auch über die Wissenschaft von den Gastwissenschaftlern inszeniert. OTTO ROBERT FRISCH überlegte in seinen Erinnerungen (1981, S. 114): "Warum also dieses Schuljungenverhalten?" Seine Antwort lautete: "Ich glaube, Wissenschaftler haben mit Kindern etwas gemeinsam: Neugier. Um ein guter Wissenschaftler zu sein, muß man diesen kindlichen Zug bewahren, und

wahrscheinlich ist es nicht leicht, sich auf den einen Zug zu beschränken. Ein Wissenschaftler muß neugierig sein wie ein Kind; vielleicht ist es verständlich, daß es andere kindliche Züge gibt, aus denen er nicht herausgewachsen ist." Geistige Erschöpfung läßt sich vielleicht auch am ehesten durch Verrücktheiten korrigieren, so wenn ebenfalls nach FRISCH (S. 131), sich der russische Physiker LANDAU nach einem Vortrag auf der Rednerbank flach auf den Rücken legte und "in dieser Stellung fortfuhr, sich wild gestikulierend mit Niels Bohr zu streiten..."

**Kriterium für die Richtigkeit** einer Hypothese konnte nur deren **strenge Überprüfung** sein. Der Physiologe RICHET meinte daher, daß der Forscher Don Quichotes Höhenflug mit Sancho Pansas gesundem Menschenverstand verbinden soll (zitiert aus RAMON Y CAJAL 1838, S. 32). Gemäß KARL RAIMUND POPPER sollten wissenschaftliche Hypothesen auch nur solche sein, die sich potentiell falsifizieren ließen. Im 19. Jh. wußte aber auch der Geologe BERNHARD COTTA (1878, S. 365), daß es beispielsweise eine "unnütze" Hypothese wäre, wenn behauptet würde, daß der Kern der Erde eine goldene Kugel ist, denn das ließ sich jedenfalls damals weder beweisen noch widerlegen.

### **"Ideale", nicht als wirklichkeitsadäquat zu betrachtende Hypothesen**

Viele Hypothesen sollten Aussagen sein, die Teile der Wirklichkeit möglichst adäquat wiedergeben, bei allem Provisorischem, daß man bei jeder Hypothese erwarten durfte. Es war wurde aber auch bewußt, daß es sich lohnte Hypothesen zu schaffen, die nicht naiv realistisch die Wirklichkeit abbildeten, die aber die Dinge nach geistigen Prinzipien ordnen und so faßbarer machen. Hypothesen waren dann fast so etwas wie Kunstschöpfungen, wie Gemälde, die nicht etwa die Realität wie eine fotografische Dokumentation wiedergeben, sondern Teile herausheben, die Wirklichkeit oft auf neue Weise sehen lehren - ein Ziel nicht aller Künstler.

Der Theologe ANDREAS OSIANDER hatte in einem Vorwort zu dem Hauptwerk von COPERNICUS von 1543 geschrieben, daß die Auffassung des COPERNICUS eine mathematische Beschreibung der Bewegung der Himmelskörper ist, ohne, daß deshalb die "wirkliche" Bewegung beschrieben wäre. Es wurde OSIANDER öfters vorgeworfen, daß er damit der weltanschaulichen Verwertung der Lehre des COPERNICUS gegen die Kirche



vorbeugen wollte, damit diese die Bewegung der Planeten um die stillstehende Sonne weiterhin lehren könne. OSIANDER mangelnden Mut vorzuwerfen, erscheint bei ihm, dem immerhin 1522 ersten evangelischen Prediger in Nürnberg, nicht sehr überzeugend, und andererseits war er gewiß ein überzeugter Theologe, einem umstürzenden Weltbild gegenüber vorsichtig. Was die Physik betrifft, so ist von GOETHE aus dessen "Nachlaß" der Ausspruch überliefert (Band 11, S. 36): "Ich sehe solche Hypothesen in der Physik für nichts weiter an als bequeme Bilder, sich die Vorstellung des Ganzen zu erleichtern. Die Vorstellungsart, die die größte Erleichterung gewährt, ist die beste, so weit sie auch von der Wahrheit selbst, der wie uns dadurch zu nähern suchen, entfernt sein mag".

Eine die Natur nicht widerspiegelnde, aber sie ordnende Auffassung war die von der "**Stufenleiter**" der Naturkörper, namentlich der Lebewesen (AU. THIENEMANN 1909). Diese Idee geht bis auf ARISTOTELES zurück und wurde namentlich im 18. Jh. wieder öfter debattiert. Gemäß dieser Stufenleiter-Vorstellung ließen sich alle Organismen nach dem Grad ihrer Komplexheit in eine Reihenfolge bringen. Am unteren Ende der Leiter befanden sich die als "nieder" bezeichneten Organismen, bei den Tieren die Schwämme, Korallen und andere Hohltiere, sofern sie überhaupt als Tiere anerkannt waren. Nach oben erschienen auf den Sprossen der Stufenleiter die Insekten, die Fische, die Amphibien, die Vögel zu den Säugetieren. Unter den Säugetieren galten die im Wasser den Fischen vermeintlich näherstehend, ganz oben erschienen die Affen und Menschenaffen, und innerhalb der Menschen wurden oft die verschiedenen Rassen auf verschiedene Sprossen gesetzt, die "Farbigen" tiefer als die Weißen. Die in der "Stufenleiter" war eher eine der Betrachtung als die Wiedergabe der Natur selbst, in der kein Naturkörper und kein Lebewesen ein Etikett "nieder" oder "höher" trägt. Die "Stufenleiter" selbst war eher ein geistiges Ordnungsprinzip als eine Wiedergabe von Wirklichkeit. Der französische Naturforscher JEAN BAPTISTE DE LAMARCK, Begründer einer ersten Deszendenztheorie, war sich durchaus der geistigen Grundlagen der "Stufenleiter"-Vorstellung bewußt und meinte am Anfang seines Werkes "Zoologische Philosophie" von 1809 (s. 1876, S. 3), daß für die Naturwissenschaften "künstliche Hilfsmittel" notwendig sind, "die mit den Gesetzen und Vorgängen der Natur selbst zu verwechseln, man sich sehr hüten muß." Von ideellen Vorstellungen wie der "Stufenleiter" wurde erhofft, so etwas wie den Weltenplan, ob als Werk eines Schöpfers oder der imaginären "Natur", aufzuhellen. Die "Stufenleiter-Idee" weckte aber das Interesse für feine

Abstufungen in den Strukturen der Lebewesen und regte zu anatomischen Sammlungen an (TH. H. HUXLEY 1894, S. 278 ff.), förderte also Untersuchungen. Diese mit der "Stufenleiter" zusammenhängende anatomische Forschung beeinflusste auch die spätere Deszendenztheorie und führte zu den Stammbäumen, die "Stufenleiter" real gedeutet waren. Der hierarchische Aufbau der Menschengesellschaft und ihre Anerkennung mochte der Neigung entsprechen, in der Stufenleitern, "hoch" und "nieder" zu sehen, während in demokratischeren Zeiten die Annahme einer prinzipiellen Gleichwertigkeit aller Lebewesen, der Sieghaftigkeit gerade der Bakterien, eher behauptet wurde.

Als nicht realitätsadäquat und dennoch erkenntnisfördernd sah DARWIN seine Vererbungshypothese, die **Pangenes-Hypothese** von 1868. Sie verband Fakten und ließ über das Problem der Vererbung nachdenken. Gemäß DARWINs Annahme, sollten ständig von allen Teilen des Körpers, ja von allen Zellen, winzige Teilchen, "Gemmulae" oder "Pangene" genannt, in die Keimzellen strömen, ja sie zusammensetzen. Damit sollten die Eigenschaften aller Körperteile in den Keimzellen repräsentativ werden und aus den Keimzellen den Eltern ähnliche Nachkommen hervorgehen können. Kam es während des Individuallebens in irgendwelchen Körperteilen zu Veränderungen, sollten auch die "Pangene" verändert sein und konnte diese Veränderung den Keimzellen übermittelt werden, was die damals angenommene "Vererbung erworbener Eigenschaften" erklären sollte. Die bezweifelten, nicht nachweisbaren, also "fiktiven" "Pangene" DARWINs legten jedoch den Grund zu der durchaus weiterhin erfolgreichen Auffassung, daß die einzelnen Körpermerkmale durch einzelne Erbfaktoren repräsentiert werden, auch, wenn sie später nicht mehr als zusammenströmend gesehen wurden. Vor allem regte DARWINs so fiktive Auffassung von Vererbung auch zu Experimenten an und mit der Beachtung der Vererbung einzelner Merkmale und nicht des gesamten, unüberschaubaren Organismus konnte die Übertragung von Merkmalen und damit offensichtlich ihnen zugrundeliegenden Erbfaktoren überhaupt erörtert werden. **Willkürlich** betrachtete DE VRIES die Lebewesen als "Merkmalsmosaik", Manifestation der den Merkmalen zugrundeliegenden "intrazellulären Pangene", mit denen der DARWINsche Terminus "Pangen" schließlich verkürzt als "Gen" und in der Fachdisziplin "Gen"-etik erhalten blieb. Als Einzelmerkmale bei Blütenpflanzen wurden etwa angesehen die Samenfarbe, die Blütenfarbe, die Gestaltung des Blattrandes. Der Zoologe WILHELM HAACKE (1893) etwa konnte eine solche Betrachtung nicht nachvollziehen und blieb bei der Sichtweise, daß sich nicht nur die Arten der Pflanzen und Tiere, sondern sogar

nächstverwandte Rassen "in aller und jeder Beziehung voneinander" unterscheiden.

Der Zoologe AUGUST WEISMANN, der als einer der ersten wichtige theoretische Grundlagen der Vererbungsphänomene entwickelte, unterschied einmal (1890/1892, S. 649) "**ideale**" und "**reale**" "**Theorien**", wobei auch hier besser von Hypothesen zu sprechen wäre. Wie er in einer Fußnote bemerkte, entsprach das etwa dem, was HERBART und LOTZE als "Fiction" und "Hypothese" unterschieden. Bei der "idealen" Hypothese ist nach WEISMANNs Ansicht das Bewußtsein der Unrichtigkeit durchaus vorhanden. Solche "ideale" Hypothesen "suchen" nach WEISMANNs Formulierung (S. 650) „die zu erklärenden Erscheinungen durch irgend ein willkürlich angenommenes Princip verständlich zu machen, Abgesehen davon, ob dieses Princip irgend einen Grad von Realität hat“, Er sagt weiter: "Die ideale Theorie will nur zeigen, dass es Voraussetzungen gibt, unter welchen die betreffenden Erscheinungen verständlich, d. h. begreiflich werden." Als Beispiele nannte WEISMANN DARWINs Pangenesis-Hypothese, oder WILLIAM THOMSONs Erklärung der Dispersion der Lichtstrahlen, indem er ein Molekül aus lauter ineinander geschachtelten Kugelschalen, die er federnd miteinander verbunden sind, postulierte. Solche "idealen Theorien", besser "Hypothesen", betrachtete WEISMANN nicht als wertlos, sondern als "der erste und oft ganz unentbehrliche Schritt, den wir auf dem Wege zum Verständniss verwickelter Erscheinungen zu thun haben, und bilden die Grundlage, auf welche sich allmähig eine reale Theorie aufbauen kann. Sie geben vor Allem den Anstoss, die zu erklärenden Erscheinungen wieder und wieder auf ihre Realität zu prüfen. Vielleicht wäre ich", schreibt WEISMANN, "niemals darauf verfallen, die Vererbung erworbener Eigenschaften zu leugnen, wenn mir nicht Darwin's Pangenesis gezeigt hätte, dass dieselbe nur durch eine so schwierig denkbare Annahme erklärbar erscheinen könnte, wie die der Abgabe, Circulation und Wiederansammlung von gemmules!" Die von WEISMANN offensichtlich höher geschätzten "realen" Theorien machen keine beliebige Voraussetzung, sondern bemühen sich um solche mit gewissem Grad von Wahrscheinlichkeit richtiger Widergabe der Wirklichkeit. WEISMANN nimmt also eine Annäherung an eine Wahrheit an, die von sehr willkürlichen und fiktiven Aussagen zu solchen von Adäquatheit gegenüber der Realität voranschreitet. WEISMANNs und anderer Unterscheidung von "idealen" und "realen" "Theorien" entspricht idealtypischen Begriffen, denn es ist sicherlich schwierig, immer fiktive Hypothesen von jenen zu trennen, die Realität widerspiegeln könnten, und den meisten Hypothesen

könnte beides, Fiktives wie der Realität Entsprechendes, eigen sein. DARWINs eigenwillige Theorie der Vererbung war also anregend. Auch für manche physikalische Theorie soll gelten; "So manche lange als überholt geglaubte Theorie besitzt einen größeren Tiefgang, als es ersten Anschein entspricht" (M. ECKERT 2018, S. 61), zumindestens als Anregung zur Widerlegung.

Wenn der französische Paläontologe und Geologe D'ORBIGNY in der Erdgeschichte eine übertriebene Folge scharf trennbarer Katastrophen annahm, die in der Gesteinsabfolge deutlich wären, so wurde wohl zu Recht geurteilt, daß dieses Streben nach möglichst scharfer Auseinanderhaltung der 'Schöpfungen', wenn auch getrennt durch die unmöglichen Katastrophen, die **Verschärfung der Chronologie** wesentlich beeinflusste und so vermieden wurde, zu lange einen zu "gleichmäßigen Gang der Erdgeschichte" anzunehmen. Die Gliederung nach Formationen, Abteilungen usw. kam so voran. W. VON SEIDLITZ (1920, S. 39). **Wissenschaft schreitet auch durch Irrtümer vorwärts!**

In der Biochemie des späten 20. Jh., bei Überlegungen zur Entstehung von für das Leben wichtigen Molekülen, speziell der Ribonucleinsäure/RNA und ihrer Rolle im frühen Lebensgeschehen, mußte überlegt werden, ob "was chemisch möglich ist ..." auch "historisch tatsächlich so geschah" (M.-D. WEITZ 1999, S. 37).

Manche Forscher hielten Hypothesen und Theorien eher generell nur für im Wesen **fiktive Abbilder**. LUDWIG BOLTZMANN sagte 1899 (S. 113), daß "keine Theorie etwas Objektives, mit der Natur wirklich sich Deckendes sein kann, das sich zu diesem verhält, wie das Zeichen zum Bezeichneten." Statt einer "richtigen" Theorie könne eben nur "ein möglichst einfaches, die Erscheinung möglichst gut darstellendes Abbild ..." gefunden werden. Es könnten über einen Sachverhalt auch 2 gleich gute und im gewissem Sinne richtige Theorien bestehen - was mit der Deutung des Lichtes als Welle oder als Teilchen nach 1900 durchaus zustandekam. Es ließe sich nach BOLTZMANNs Ansicht 1899 nicht entscheiden, ob die Materie atomistisch zusammengesetzt ist oder ein Kontinuum bildet. Man könne nur auswählen, welches das bessere Bild ist. WILHELM OSTWALD (1908, S. 128) lobte an BERZELIUS, daß er meinte, daß "alle Theorien nur dazu vorhanden seien, die Tatsachen zu ordnen und übersichtlich zu machen und dass somit jede Theorie zu verwerfen ist, die

diesen Forderungen nicht genügt." Für die Chemie faßte etwa 1937 (S 423) der Katalyseschemiker Von philosophischer Seite wurden auch Naturwissenschaftler beeinflußt etwa von der Philosophie des "Als ob" von HANS VAHINGER. ALWIN MITTASCH die "Fiktionen" zusammen, unter denen er "solche theoretische Annahmen", verstand, "die trotz ihrer offenbaren oder tatsächlichen "Unrichtigkeit" bzw. Unzulänglichkeit oder Nichterweisbarkeit die Forschung fördern, indem sie vor allem der "Vorstellbarkeit" von Zusammenhängen und Beziehungen bei der ordnenden Synthese der Erlebnisinhalte dienen und so Folgerungen erlauben, die in neuen Versuchen geprüft werden können; ..." Und er stellte die "Fiktion" in "Gegensatz nicht nur zur Konstatierung von Tatsachen und Realitäten, sondern auch zur wissenschaftlichen Hypothese als einer Vermutung ..." Der Biologe BERNHARD DÜRKEN (S. 200 / 201) betonte 1929, daß die Theorien über Vererbung letztlich Fiktion sind, aber eine, die "die allermeisten zur Zeit bekannten Vererbungserscheinungen in einer außerordentlich übersichtlichen und brauchbaren Form" darstellen kann. Mit der Aufklärung der chemischen Konstitution der Desoxyribonukleinsäure (DNS) 1952 und der Aufklärung des genetischen Code wurden diese Annahmen auf eine neue Grundlage gestellt, und es zeigte sich, daß der bisherige Begriffsapparat in wesentlichen Zügen weitergelten konnte, wenn auch die Verfeinerungen und Präzisierungen, aber die einstige für so fiktiv geltende "Theorien" wohl doch etwas mehr war, als der Ausdruck "Fiktion" erwarten läßt.

Daß fiktive Hypothesen weit in in Neuland leiten, ja praktische Ergebnisse zeitigen können, bewiesen die chemische Atomtheorie und die **Strukturformeln mit ihren Valenzstrichen**, "Bindungsarmen", wurden in der Quantenchemie durch andersartige Vorstellungen ersetzt, aber mit Hilfe der Strukturformeln der chemisch-organischen Verbindungen des 19. Jh. mit ihren so unmöglichen "Bindungsarmen" haben neue Verbindungen und neue chemisch-technische Verfahren erwarten, suchen und finden lassen. Diese Erfolge beeindruckten sogar die Skeptiker. Die Theorie "erfüllt", gab der kritische WILH. OSTWALD (1908, S. 146) zu, "ihren systematischen und heuristischen Zweck ganz ausreichend ..." ERNST MACH schrieb über die **Atomtheorie** insgesamt (W. G. POHL 1996, S. 46): "Mag die Atomtheorie vom naturphilosophischen und erkenntnistheoretischen Standpunkt verworfen werden, mögen gewichtige Einwände durch die fortschreitende Erkenntnis in der Chemie selbst gegen sie sprechen, als ein didaktisches Hilfsmittel für die

Vorstellung chemischer Reaktionen hat sie infolge ihrer Einfachheit und Anschaulichkeit bisher große Dienste geleistet und wird ihren Wert auch weiter behalten, zumal wenn sie vornehmlich als ein der sinnlichen Vorstellung leicht zugängliches Bild chemischer Vorgänge dienen soll." HERMANN HELMHOLTZ wollte gewiß die beim **Sehen** sich abspielenden realen Vorgänge feststellen, aber erkannte im Falle er das nicht richtig dargestellt habe im Vorwort seines "Handbuch der physiologischen Optik" an, daß "Ordnung und Zusammenhang, selbst wenn sie auf ein unhaltbares Prinzip gegründet sein sollten, besser sind als Widersprüche und Zusammenhanglosigkeit" (zitiert aus: H. RAMSER 1989, S. 356).

TH. S. KUHN schrieb (1981, S. 40), daß auch dann, wenn ein Weltbild nicht richtig ist, der "Glaube an die "Wahrheit" eines Weltbildes...einen Einfluß auf die Fähigkeit des Schemas" hat, "eine ökonomische Zusammenfassung zu geben." Der Mensch wird ohnehin im allgemeinen ein persönliches Weltbild in sich tragen, daß ihm manche oder viele Dinge der umgebenden Welt und der Natur zusammenfaßt, jedoch auch individuelle Eigenwilligkeiten enthält.

Die komplexe Welt läßt sich ohnehin nur vereinfacht, also bis zu gewissem Grade fiktiv wiedergeben, niemals bis zum letzten Atom. Nur durch Vereinfachung kann man etwas wissen und erkennen, mehr, als, wenn nur versucht wird, Einzelheiten zu erhaschen. Der Zoologe ADOLF PORTMANN warnte (1965, S. 32): "Niemand wird verkennen, daß wir zur Bewältigung der Wirklichkeit großzügige Vereinfachungen brauchen. Sie sind Entlastungen für den, der nicht zur Quelle des Wissens vordringen kann; für den Wissenden werden sie zu Stenogrammen für eine rasche Orientierung. Wie steht es aber mit dem Gehalt der Aussagen, wenn wir sie daraufhin prüfen, wie sie die Wirklichkeit abbilden?" - Die Prüfung muß wohl erfolgen. Aber wie genau kann die Realität abgebildet werden? Der Genetiker CYRIL DEAN DARLINGTON meinte 1953 (S. 417): "The purpose of scientific inquiry is to describe nature in terms of the fewest possible rules."

**In den Geschichtswissenschaften** ist eine solche fiktive Hypothese die des in Frühzeiten angeblich geschlossenen Gesellschaftsvertrages von ROUSSEAU, der gemäß JAKOB BURCKHARD (s. z. B. 1921, S. 27) nicht zeigen sollte, wie es war, sondern sein sollte

### **Generell die Richtung weisende Hypothesen**

Ist zur Lösung eines Probleme noch keine adäquate Lösung möglich, so kann die Andeutung prinzipiell zu beachtender Dinge das Denken mit in die richtige Richtung lenken. So hat der Physiker ERWIN SCHRÖDINGER 1944 den Biologen klarmachen wollen, was notwendigerweise zu erwarten ist, wenn einmal die Verschlüsselung eines Organismus in den Genen aufgeklärt wird, nämlich (S. 87): "Eine wohlgeordnete Verbindung von Atomen, die genügend Widerstandskraft besitzt, um sich dauernd in ihrer Ordnung zu erhalten, scheint das einzig denkbare stoffliche Gefüge zu sein, das eine Vielfalt möglicher ("isomerer") Anordnungen bietet, die groß genug sind, um ein kompliziertes System von "Bestimmungselementen" innerhalb eines eng begrenzten Raumes aufzunehmen." Die Physik sollte dabei mit neuen Erscheinungen, Gesetzen, vertraut werden müssen.

### **Hilfshypothesen**

Hilfshypothesen werden eingeführt, um eine durch widerpechende Angaben gefährdete Hypothese (oder Theorie) zu retten, wirken aber oft als wenig abgesichert. Etliche Hilfshypothesen wurden im 18. Jh. entwickelt, um die in Zweifel geratene **Präformationstheorie zu retten**. Die Präformationstheorie besagte, daß die Keime vorgebildet sind, entweder, nach Meinung der Ovulisten, im Ei, oder, nach Ansicht der Animalkulisten, im Samen, im Spermatozoon. Auf jeden Fall war der Keim vorhanden. War er im Ei vorgebildet, dann konnte der Samen nur entwicklungsanregend wirken, nicht aber die Eigenschaften des sich bildenden Keimes mit bestimmen. Waren die Spermatozoen Keime, dann diente der weibliche Uterus nur als Nährkammer, als geeignete Umwelt für die Entfaltung der Keime. Mit der Herstellung von Bastarden wurde deutlich, daß offenbar Mutter wie Vater an der Merkmalsausbildung der Kinder beteiligt sind. Das ließ sich nur schwer mit den Präformationstheorien vereinbaren. Aber es wurden Hilfshypothesen vorgeschlagen, um zu erklären, daß etwa der befruchtende Samen bis zu einem gewissen, jedoch möglichst geringem Grade an der Merkmalsgestaltung doch mitwirkt, indem er an dem weiterhin als vorgebildet gedachten Keim modifizierend wirkt. Bei dem an der Präformationstheorie festhaltenden ALBRECHT VON HALLER hieß es beispielsweise (1788, S. 652): "Endlich scheint die Aehnlichkeit mit dem Vater blos zu zeigen, daß einige Kraft im väterlichen Saamen sich findet, welche die weiche Materie des allerkleinsten

Embryos bloß allein umformen kann, ohngefähr wie dieselbe Kraft im eignen Körper das Becken verlängert, den Kehlkopf erweitert, und die Hörner zum Hervorbrechen zwingt". Immehin sprach für die Präformation, und zwar die im Ei, die Parthenogenesis.

### **Neue Hypothesen als Entdeckerleistung**

Bei der Bedeutung von Hypothesen ging mancher Forscher nicht als Tatsacheneutdecker, sondern als der Schöpfer einer neuen weiterführenden Hypothese oder gar mehrerer Hypothesen in die Geschichte der Wissenschaften ein. Ein herausragendes Beispiel ist COPERNICUS mit dem heliozentrischen Weltbild, das bisherige Daten besser erklärte, aber zunächst mehr Hypothese als Tatsache war. Mit Hypothesen begann KEPLER, und schrieb etwa in einer Anmerkung zur 2. Ausgabe des Werkes "Mysterium Cosmographicum" (zitiert aus E. OESER 1979, S. 152): "dereinst war ich nämlich des festen Glaubens, daß die die Planeten bewegende Ursache eine Seele sei, erfüllt von den Lehren des J. C. Scaliger über die bewegenden Seelenkräfte. Als ich aber darüber nachdachte, daß diese bewegende Ursache mit der Entfernung von der Sonne schwächer wird, zog ich den Schluß, diese Kraft sei etwas Körperliches, freilich nicht im eigentlichen Sinne, sondern nur der Beziehung nach, wie wir auch sagen, das Licht sei etwas Körperliches, und damit eine von dem Körper ausgehende, jedoch immaterielle Spezies meinen." In einem Brief vom 10. Februar 1605 an HERWART von HOHENBURG schrieb KEPLER: "Mein Ziel ist es, zu zeigen, daß die himmlische Maschine nicht eine Art göttlichen Lebewesens ist, sondern gleichsam ein Uhrwerk, insofern nahezu alle die mannigfaltigen Bewegungen von einer einzigen ganz einfachen magnetischen körperlichen Kraft besorgt werden, wie bei einem Uhrwerk alle Bewegungen von dem einfachen Gewicht." E. STRÖKER (1982, S. 220) urteilte über die Leistung LAVOISIERs, daß er "nicht durch Entdeckung neuer Fakten, sondern durch eine bislang nie geübte Weise des Hinblickens auf Bestehendes" die "chemische Revolution" des 18. Jh. zustandebrachte, wobei allerdings LAVOISIER auch ein führender Experimentator wurde.

### **Herkunft, Quellen von Hypothesen**

Es gab bei namentlich mathematisch orientierten Wissenschaftlern die Ansicht, daß Hypothesen, Ideen, von innen, aus dem Gehirn kommen, ohne



vorangehende Beobachtung, allenfalls unter Berücksichtigung jedem zugänglicher Alltagserfahrungen. Einst wurde auch über "**innere Erleuchtung von einer göttlichen Quelle**", wie im Spätmittelalter vermutet (Y. ELKANA 1986, S. 53), gesprochen. Solch göttliches Licht mochte höher geschätzt werden als das objektiv Gesehene. Entstehung von Hypothesen oder Theorien ohne bestimmte vorangehende Beobachtung wurde auch als "**Konstruktivismus**" bezeichnet. Gelten sollte es für mathematische Lehrsätze und Formeln, die als "evidente" Sätze erschienen, und DESCARTES meinte, daß ein ganzes in sich stimmiges Weltsystem aus dem Denken aufgebaut werden kann. Auch die Physik ging gemäß manchem theoretischen Physiker wenigstens in etlichen Teilen primär auf Denken zurück und das Experiment lieferte nur die Bestätigung oder Widerlegung. ERNST MACH sprach 1882 von "**instinktiven Kenntnissen**", aus denen die Axiome hergeleitet würden. Nicht so sehr aus der Erfahrung, aus dem Kopfe sollten ebenso nach Ansicht von EINSTEIN (A. EINSTEIN 1956, G. HOLTON 1979) die Hypothesen, die Theorien abgeleitet werden (PH. FRANK 1979, S.438 ff.), jedenfalls nach mancher seiner Äußerungen. Die allgemeinen Sätze der Wissenschaft sollten nicht Erzeugnis der 'Induktion', einer "Verallgemeinerung" sein, auch nicht solche des logischen Schließens, sondern wären Produkte der freien menschlichen Phantasie sein. In einer Rede in Oxford sagte EINSTEIN gemäß PH. FRANK (1979, S. 439 / 440): "Wenn es zutrifft, daß die aus bestimmten Grundsätzen konstruierte Basis der theoretischen Physik nicht aus der Erfahrung abgeleitet werden kann, sondern auf freier Erfindung beruht, besteht dann irgendeine Hoffnung für uns, den richtigen Weg zu finden?" Der richtige Weg sollte auffindbar sein, weil in der Natur die Idee der mathematischen Einfachheit verwirklicht wäre, also die Natur gemäß dem Denken funktionieren würde. Auch für POPPER (K. R. POPPER / K. LORENZ 1985) sind Hypothesen primär, ihr Vorhandensein veranlaßte ihre Überprüfung.

In jenen Naturwissenschaften, die es mit notwendigerweise sinnlich zu erfassenden Naturkörpern zu tun haben, so in Chemie, Geologie, Biologie, ist das Vorgehen von wenigstens etlichen Sinnesdaten, von etlichen **Erfahrungen der Wirklichkeit** für die Bildung von Hypothesen wohl unumgänglich. Die "Erfahrung", betonte JOHN HERSCHEL (1836), ist "...die mächtige und in der That einzige letzte Quelle unserer Naturerkenntniß". Das bloße Denken wurde als unzureichend betrachtet, um so etwas wie die wirkliche Natur in ihrer Vielfalt zu entwerfen. Kenntnisse von Naturobjekten sind nötiges "**Vorwissen**"

für Hypothesen. Somit wurden von vielen Gelehrten auch bloße Beobachtungen in der Natur begrüßt und gewürdigt, als solches Vorwissen. So lobte GUERICKE 1672 (s. 1968, S. 183) die Beobachtungen des DAVID FRÖHLICH in den "Karpathen", der heutigen slowakischen Tatra, über die verschiedenen **Wolkenstockwerke**, auch wenn er das nicht theoretisch auswertete. Entgegen vorangegangener Ansicht berichtete FRÖHLICH über die geringe Höhe der niedrigsten Wolken.

Quelle für Hypothesen waren auch **Alltagserfahrungen**. J. LIEBIG begründete seine Ansichten über die Mineralstoffernährung der Pflanzen auch mit Erfahrungen, wie sie in Landwirtschaft, Gärtnerei und Botanikerkenntnissen vorlagen. Weil etliche Wasserpflanzen wurzellos im Wasser schwimmend leben und die teilweise riesigen Algen mit zur Nahrungsaufnahme ungeeigneten kleinen Haftballen an ihrer Unterlage haften, konnten sie keinen Humus vom Gewässergrund aufnehmen, wohl aber mit dem Pflanzenkörper im Wasser gelöste Nährsalze. Bei Gelsen waren bei ihrem Hochgebirgsleben große Muskelleistungen anzunehmen, aber ihre Nahrung bestand nach aller Beobachtung nur aus struppigen, kaum viel Eiweiß enthaltenden Pflanzen. Daraus wurde abgeleitet, daß nicht Eiweiß, sondern Kohlenhydrate die Quelle der Muskelkraft sind. ADOLF FICK (1865 / 1906) und WISLIZENUS stiegen ohne Eiweißnahrung auf der Faulhorn und fanden das bei sich selbst bestätigt. Als der Botaniker ANTON DE BARY nach dem zu vermutenden Zwischenwirt für den **Getreiderost** / *Puccinia graminis* suchte, konnte er auf eine empirische, bereits in Lexika des 18. Jh. niedergelegte Erfahrung zurückgreifen, daß die Nähe von Berberitze den Befall von Getreide mit Rostpilzen erhöht. Er unternahm deshalb mit dieser als Getreiderostverbreiter verdächtigten Pflanze und nicht mit allen möglichen anderen Gewächsen Experimente und konnte beweisen, daß die Berberitze "Zwischenwirt" für den Getreiderost ist. Schon im Mittelalter nahmen Menschen mit vergrößerter Schilddrüse, mit einem "Kropf", mit Heilerfolg Meeresschwamm, was auf einen in den Schwämmen vorhandenen Heilfaktor verwies, der im 19. Jh. als **Jod** ermittelt wurde. Als 1814 HEYNE in Indien die Blätter von Dickblattgewächsen kaute, sicherlich ein nur für einen nach Heilpflanzen ausschauenden Pharmazeuten verständliches Verhalten, fand er, daß die Blätter morgens sauer schmecken, jedoch im Tagesverlauf den sauren Geschmack verlieren. Das war der Einstieg, die Besonderheiten im **Stoffwechsel der Dickblattgewächse** zu finden, die nicht wie die anderen Pflanzen in der Nacht CO<sub>2</sub> ausscheiden, sondern ihre Stärke nur

zu Säuren abbauen, die am Tage in die Assimilation einbezogen werden und wieder verschwinden. Die weitere Erforschung dieses Phänomens folgte aber erst im 20. Jh. und verlangte Identifizierung der beteiligten Substanzen.

Die Naturgegebenheiten sind wohl allemal größer als die Gedanken auch der begabtesten Forscher für möglich erachten und Vorwissen von der Wirklichkeit ist für Erkenntnisse erforderlich. Der Geologe HANS CLOOS überlegte (s. 1959, S. 38) einmal, ob die Geologen die auf die eiszeitlichen Vergletscherungen in Norddeutschland und Nordeuropa zurückzuführenden Landschaftsformen jemals als Gletscherhinterlassenhaft gedeutet hätten, wenn es nicht gegenwärtige Gletscher und von ihnen geprägte Landschaften auf der Erde gäbe. "Hätte irgendein Menschenhirn", fragte CLOOS, "solche Bedingungen ersinnen können?" Man kann auch fragen, ob je ein Romanschriftsteller oder Filmregisseur sich solche Ereignisse wie die Französische Revolution oder den Zweiten Weltkrieg erdacht hätten, wenn es diese Geschehnisse nicht wirklich gegeben hätte. Es dürfte wohl keinen Geologen geben, welcher nicht zuerst irgendwelche Felsen sah, bevor er über die Entwicklung der Erdkruste nachdachte. So sehr der schottische Geologe JAMES HUTTON (u. a. S. J. GOULD 1992) um 1790 wegweisende geologische Hypothesen oder Theorien entwickelte, über Aufstieg von Gebirgen vom Meeresgrund und somit die Hebung von Muscheln auf hoch empor, am Anfang standen Beobachtungen etwa von Bodenabtrag auf seinem Landgut und dann von waagrecht liegendem roten Sandstein (Old Red Sandstone) auf Granit auf der Insel Arran oder an der Küste bei Edinburgh. Gewiß reichten in der Frühzeiten der Geologie manchmal schon Erfahrungen von Bergleuten. Dem Geographen und Geologen ALFRED WEGENER kam der Gedanke einer Kontinentalverschiebung nach eigener Angabe, als ihm auf einer Weltkarte auffiel, daß die Westküste Afrikas in die Ostküste Süd-Amerikas paßt, eine sicherliche simple Feststellung, aber sie mußte sein, um an ein Auseinanderdriften der Kontinente zu denken, die ihn dann Zeugnisse dafür beibringen ließ, ob an den Küsten der Kontinente übereinstimmende Gesteine und im Verlauf zusammenpassende Gebirgszüge, gleichartige beziehungsweise verwandte Organismen an den ehemals zusammenhängenden Küsten u. a. (u. a. 1929). Der Biochemiker ADOLF WINDAUS bemerkte, daß der "Ausgangspunkt" seiner Arbeiten "immer eine experimentelle Beobachtung und nicht eine theoretische Deduktion" war. "Es scheint", meinte er, "daß die induktive Methode" seiner "Begabung am ehesten angemessen ist" (zitiert nach A. BUTENANDT 1959 / 1981).

Die eigene Erfahrung ist wohl stets besser als nur Lektüre, um zu Ideen, zu Hypothesen über Naturgegebenheiten zu kommen und zu urteilen. Wer fremde Länder bereist, wird feststellen, wie vieles anders ist, als er aus der Lektüre entnahm und wie oft man seine Urteile und Vorurteile ändern mußte. KANT betrieb Geographie zwar nach Büchern und kam niemals aus dem Gebiete um Königsberg hinaus, aber dennoch hat wohl sein Zeitgenosse, der LINNÉ-Schüler FRIEDRICH HASSELQUIST (1762, S. 85) recht, wenn er bei seinem Besuch der Pyramiden von Gizeh in Ägypten 1750 feststellte : "Hier erfuhr ich, wie groß der Unterschied zwischen einer lebendigen und todten Idee sey, wenn man eine Sache mit eigenen oder anderer Augen sieht. Ich hatte aller Reisebeschreiber Nachrichten von den ägyptischen Pyramiden gelesen. Ich hatte Abrisse davon gesehen, und hatte Erzählungen von Augenzeugen gehört. Noch mehr, ich hatte sie selbst von weitem und in der Nähe gesehen, seitdem ich nach Aegypten gekommen war. Allein bey alle dem wußte ich nichts von der äußern Gestalt dieser Pyramiden, bis ich hieher kam, vielweniger von ihrer innern Einrichtung, bis ich selbst hineinging."

Dabei kann auch Lektüre zu Hypothesen und Ideen anregen, und ein Forscher wie der Immunologe PAUL EHRLICH las oft "quer" in allen möglichen Artikeln, um zu Ideen zu kommen. Manche Idee formte sich in Gesprächen und mancher Gelehrte oder auch Student hat vielleicht nie erfahren, daß eine vom ihm hingeworfene Bemerkung einen anderen zu einer neuen Idee oder Hypothese führte.

Haben einzelne Beobachtungen zu Hypothesen anregen können, so hat dann der erfolgreiche Forscher auf der Grundlage seiner Hypothese die Wirklichkeit auf sie geprüft. Konnte dann auch das Gegenteil von "Wahrheitsfindung" erreicht werden, im Sinne des Historikers Lord ACTON: "The worst use of theory is to make man insensible to fact" (zit. bei E. D. MERRILL 1954, S. 54).

### **Fast zwanghafte Gegen-Alternative als Denkmöglichkeit und somit weitere Hypothese**

Bei manchen Hypothesen erscheint eine Gegen-**Alternative als** fast zwanghafte **logische Möglichkeit**, das heißt manche Hypothese erzeugt im Kopf des nachdenkenden Menschen fast unbewußt ihren Gegenpart. Nicht jede

Alternative ist natürlich das Gegenteil einer bestehenden Meinung, aber das gibt es. Es wird gerade als eine dem Menschen zukommende angeborene psychische Fähigkeit gesehen, daß er Alternativen erfaßt, "neben der Wahrnehmung und Mitteilung des faktisch Gegebenen auch ein Anderes" denkt (V. ROELKE 1998). Das Dilemma jedes Apologeten einer bestimmten umstrittenen Meinung in Religion, Politik oder auch Wissenschaft besteht darin, daß gerade die starke Betonung einer angeblich alternativlosen Ansicht die gegenteilige Meinung wenigstens als Möglichkeit provozieren kann. Wo Glaube ist, liegt auch der Gedanke an Unglaube nahe. Wer an Liebe denkt, denkt eben auch an die Möglichkeit von Haß. Und viele Begriffe benennen durch eine Vorsilbe das Gegenteil. "Freiheit" gegen "Unfreiheit", "Zuverlässigkeit" gegen "Unzuverlässigkeit". Das heißt nicht, daß jeder nun die Alternative wirklich denkt, etwa schon die Schöpfungslehre bezweifelte. Viele Repressionen in Diktaturen erscheinen jedoch grob betrachtet lächerlich, wenn gehofft wurde, durch Literatur-, ja Äußerungsverbote alternative Ansichten ganz auszuschließen und nur die eine Sicht zu dulden. Regierungen und Einrichtungen wie die Kirchen konnten froh sein, wenn sich die Leute in ihrer Mehrheit verhielten, wie es einstmal HUME (1774, dtsh. o. J. Reclam, S. 190) annahm: "Die Mehrzahl der Menschen verhält sich von Natur aus gern positiv und dogmatisch; weil sie die Dinge nur einseitig betrachten und nicht an die Gegenstände denken, so nehmen sie vorschnell die ihnen zusagenden Grundsätze an, ohne Nachsicht für jene, die der entgegengesetzten Meinung sind. Zaudern und Schwanken verwirrt ihr Denken, hemmt ihre Gefühle und ihr Handeln." Allerdings kann gerade Lektüre über die gegenteilige Ansicht Argumente liefern, welche eine Konversion zum Gegenteil begünstigen. Die Gläubigen einer Religion versichern sich wohl nicht ohne Grund immer wieder gegenseitig ihres Glaubens und fügen sich sogar dem Gebot, die gegenteiligen Schriften trotz der nicht verweigerbaren alternativen Denkmöglichkeit auf deren Argumente zu prüfen. Wenn etwa die freie Marktwirtschaft als einzig richtige Wirtschaftsform gelobt wird, dann wird angesichts von sozialen Problemen wenigstens das Nachdenken auch über eine mögliche dirigistisch gelenkte Wirtschaft provoziert und in den kommunistischen Diktaturen konnte das Nachdenken über liberale Wirtschaft als Alternative zu ihr nicht verschwinden. Sollte sich die Erde um die Sonne bewegen, dann mußte auch das Gegenteil wenigstens gedacht werden und schon im Altertum standen beide alternativen Hypothesen zur Erörterung. GALILEI wurde 1616 und 1633 vom Vatikan klugerweise geboten, weder für noch gegen das copernicanische Weltbild zu

schreiben (E. WOHLWILL 1926), um die Debatte darüber wenigstens zeitweilig auszuschalten.

Eine **zeitweilig übertriebene Gegensätzlichkeit** war die zwischen "anorganischer und "organischer" Chemie. Wie sich zeigte: Auch 'organische Stoffe' können außerhalb von Organismen hergestellt werden und auch für sie gelten die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Chemie. Aber hinsichtlich der Bindung gibt es Unterschiede und so in zahlreiche Eigenschaften, aber 'Chemie' sind sie alle.

Bestimmte **Auffassungen** wurden manchmal in kurzer Zeit **von** ihrem **Gegenteil abgelöst**. Das natürlich oft nicht ohne neue Entdeckungen. Am Ende des 18. Jh. wurden etwa von der Pariser Akademie **Meteorite**, auf die Erde fallende Materiebruchstücke aus dem Weltall, als Phantasie, als nicht vorhanden erachtet. Nach der Beobachtung eindeutiger Meteoritenfälle gab es im 19. Jh. Hypothesen, welche bei der Bildung der Himmelskörper Meteoriten eine fast phantasievoll unmögliche Rolle zumaßen, bei LOCKYER oder in den USA bei CHAMBERLIN (H. QUIRING 1961). In der **Ionen-Theorie** wurde das die Ionen lösende Wasser zuerst als eher passiv, ja nur als neutraler Raum für die Ionen-Bildung gesehen, später die aktive Rolle der aus dem H<sub>2</sub>O selbst gebildeten Ionen betont.

Zwischen "Krieg oder Frieden" gab es im 20. Jahrhundert wenigstens auch den nur "kalten Krieg".

### **Bewährte Hypothesen und Konzepte als Anregung für die Erklärung weiterer Sachverhalte**

Einmal geschaffene und einmal bewährte Hypothesen können auch noch unbekannte Sachverhalte erklären. So war geklärt worden, daß bei Krankheiten wie Beri-beri und Skorbut in der Nahrung fehlende Bestandteile, **Vitamine**, die Ursache sind. Als bei weiteren Krankheiten keine Erreger gefunden oder eine andere Ursache ermittelt wurden, wurde auch hier an Ernährungsmängel gedacht. Eine solche Krankheit war die Hautkrankheit **Pellagra**, die namentlich bei Menschen mit fast ausschließlicher Maisernährung auftritt, und JOSEPH GOLDBERGER (CH. ROSENBERG 19) im Mittelwesten der USA fiel auf, daß in von der Krankheit heimgesuchten Haftanstalten die Gefangenen und nicht die besser ernährten Wärter und in Waisenhäusern die Waisen und nicht das

Personal so betroffen waren. Das ließ auf Mängel in der Nahrung der schlechter Ernährten schließen. GOLDBERGER führte Ernährungsversuche mit sich für Versuche zur Verfügung stehenden Häftlingen durch. Daß keine Infektion vorlag, prüfte GOLDBERGER im Selbstversuch unter Berührung mit den Exkreten und anderen Auswürfen Pellagrakrankter. Um 1917 war belegt, daß ein in der fast ausschließlichen Maisnahrung fehlendes Vitamin, das **B 6**, das Nicotinsäureamid, zu Pellagra führt.

Wie schwierig es sein konnte, auch mit der Kenntnis von Vitaminen, weitere Krankheiten ursächlich zu erklären, zeigt die Auffindung des Vitamin B 12. Kurz vor 1920 begann in den USA GEORGE HOVT WHIPPLE (W. B. CASTLE 1974, J. HOLMGREN 1934 / 1935) an Hunden zu untersuchen, ob große Blutverluste, wie sie Soldaten im Kriege häufig erlitten, durch irgendeine bestimmte Zusammensetzung der Nahrung (Diät) am besten ausgeglichen werden können, weil die Blutregeneration angeregt wird. Als wirksam erwies sich Leber. GEORG RICHARD MINOT und WILLIAM PARRY MURPHY haben dann durch **Leberdiät** Patienten mit "**perniziöser Anämie**", die also zu wenige rote Blutkörperchen im Blut haben, geheilt, wenigstens wurde so angenommen. WHIPPLE, MINOT und MURPHY erhielten 1934 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin, allerdings erst 1948 wurde das vermutete wirksame "Prinzip" als das **Vitamin B 12**, ausgezeichnet durch den Corrin-Ring, isoliert, nachdem die Wirkung auf *Lactobacillus lactis* bekannt geworden war und diese Mikrobe als Testobjekt genutzt wurde (B. ZAGALAK 1982).

Nachdem erstmals gefunden worden war, daß **Insekten als Überträger von Krankheitserregern**, als Vektoren, in Frage kommen, wurde bei anderen Krankheiten gezielt nach solchen Übertragungen gesucht, und so etwa nach der Aufklärung des Lebenszyklus der Malariaparasiten auch die Ursache des in mückenreichen Regionen gehäuften Gelben Fiebers geklärt. Es wurden dann auch Insekten nach Parasiten abgesucht, die möglicherweise auf den Menschen übertragbar waren. Um 1908 fand CARLOS CHAGAS in Brasilien in Wanzen die Trypanosoma cruzi, die als Erreger der **Chagas-Krankheit** (M. PERLETH 1997) ermittelt wurde, eine Krankheit, die lebenslange Folgen hat und an der unbekannterweise DARWIN, in Chile von Wanzen gebissen, wohl gelitten hatte.

Daß Phänomene, die mit einem Faktor zusammenhängen, Licht auf andere Vorgänge werfen konnten, wurde angewandt etwa aus der Beobachtung von A.

J. CLARK am Pharmacology Department der Universität Edinburgh, daß **Senfgas** (mustard gas) ebenso langdauernde Schäden, etwa auf menschliche Zellen, verursacht wie Röntgenstrahlen und der daraus gezogenen Schlußfolgerung, daß wie Röntgenstrahlen ebenso Senfgas mutationsauslösend (mutagen) wirken mag. CHARLOTTE AUERBACH an der Universität Edinburgh konnte das bestätigen und damit wurden um 1940 auch **chemische Stoffe als Mutationsauslöser** bekannt, was unabhängig auch anderswo um diese Zeit gefunden wurde.

### **Vorhandenes Wissen als Hemmniss für die Schaffung neuartiger Hypothesen - "Wissen verhindert Wissen"**

Mit der Annahme, daß ein Sachverhalt sich gemäß bewährter Theorie verhält, konnte allerdings auch die Aufklärung eines Problems behindert und konnte Forschung fehlgeleitet werden, wenn eben die Analogie nicht zutraf. Der Embryologe BISCHOFF meinte einmal von sich selbst, wohl zu illusorisch (1845, S. 76): "Ich gebe die Theorie sogleich auf, sobald sie sich nicht mit den Factis vereinigen lässt, und halte die Natur nicht in so enge Grenzen eingeschlossen, wie sie unser auf wenige Erkenntnisse gestützter kurzsichtiger Blick überall gerne ziehen möchte." So ideal wird sich aber oft verhalten. In Kenntnis einer bewährten Hypothese oder Theorie wird oft eine Brille aufgesetzt, von der MAX BORN einmal (s. 1965, S. 54) meinte: Eine solche Brille läßt oft nur einen bestimmten Farbton hindurch; man gewinnt an Klarheit und verliert an Reichtum. Manche Forscher, berichtet wird es von WALTER NERNST (L. BIRCKENBACH 1949, S. XLI) meinten, "daß allzuvieles Wissen auf die erfinderische Leistung hemmend wirkt, weil es die Naivität beeinträchtigt."

In den letzten zwei Jahrzehnten des 19. Jh. verbreitete sich unter Soldaten und Gefängnisinsassen im damaligen Niederländisch-Indien sowie in der japanischen Kriegsflotte die **Beri-Beri**, eine durch etwa eigenwillige Beinbewegungen ausgezeichnete Krankheit. Da damals für eine größere Zahl von Seuchen mikroskopische Erreger gefunden worden waren, suchte eine nach Java entsandte niederländische Mediziner-Expedition unter PEKELHARING und unter Teilnahme von EIJKMAN auch nach einem Erreger der Beri-Beri und glaubte sogar, einen solchen dingfest gemacht zu haben. EIJKMAN, der nicht zurückreiste und in Batavia (heute Djakarta, Hauptstadt von Indonesien) blieb, beobachtete bei Hühnern ähnliche Erscheinungen wie der Beri-beri beim



Menschen. Diese Hühner waren mit geschältem (poliertem) Reise ernährt worden, der dann wegen Unstimmigkeit mit der Küche des Militärkrankenhauses durch unbehandelten Reis ersetzt wurde. Die Hühner genasen. Damit erschienen, kaum geglaubt, in mancher Nahrung fehlende, bisher unbeachtete akzessorische Nahrungsstoffe als Ursache einer Krankheit. Bis um 1910 setzte sich, vor allem durch weitere Forschungen von FUNK und HOPKINS, die "Lehre" von den **Vitaminen** durch. Skeptisch standen viele Forscher zuerst auch gegenüber der Annahme chemischer Signalstoffe, ab 1905 / 1906 teilweise "**Hormone**" genannt, da alle Kommunikation im Tierkörper auf Nerven zurückgeführt wurde, die namentlich durch elektrische Erscheinungen bestimmt erschien. Mikrobiologen waren manchmal so auf Bakterien fixiert, daß "**tierische**" **Einzelner**, Protozoen, wie im Falle der Malaria, als Krankheitserreger kaum geglaubt wurden (J. FRANCHINI 1931). Nachdem die Biologie für 2 -3 Jahrzehnte zu einem großen Teil im Banne der **Evolutionstheorie** betrieben worden war, fiel es um 1900 manchem Älteren schwer, wenigstens versuchsweise die Lebewesen auch wieder einmal ohne diese Theorie zu sehen. Namentlich HAECKEL selbst stand so im Banne seiner Überzeugungen, daß er Kritiker, die Einwände vorbrachten, beleidigte. BISCHOFF (1879, S. 210) warf HAECKEL durchaus begründet vor, daß er den HUXLEYschen Satz von der weitgehenden Gleichheit der Gehirne von Menschenaffen und Menschen so zitiert, als "als wenn derselbe gar nicht bestritten und zu bestreiten wäre; die gegen denselben sprechenden Thatsachen werden einfach ignoriert, oder wie man zu sagen pflegt, tod geschwiegen". Dabei wollte BISCHOFF die Evolutionstheorie nicht grundsätzlich ablehnen: "Ich trete dadurch auch diesmal der Entwicklungslehre selbst in Beziehung auf den Menschen principiell durchaus nicht entgegen. Allein ich will abermals dazu beitragen, ihre übereilte, kritiklose Annahme und Geltendmachung, durch welche der Sache nur geschadte wird, zu mässigen". DARWINs Pangenesis-Hypothese über im Blute kreisende Partikel einer Vererbungssubstanz war gewiß recht willkürlich, aber angelehnt wurde sie etwa vom Pflanzenphysiologen JULIUS SACHS wegen seiner allgemeinen Auffassungen, denn DARWINs Hypothese (1888, S. 711) stehe "auf dem Boden des ganz unklaren Materialismus, welcher über Naturkräfte verfügt, die kein Physiker und Chemiker kennt, welcher der Materie Eigenschaften zuschreibt, wie man sie gerade zur flüchtigsten, scheinbaren Erklärung unverstandener und ungenau beobachteter Thatsachen braucht." Bei aller berechtigten Kritik, so wurde hier auch eine Forschung beschnitten, die durchaus noch ihre Früchte tragen sollte.

Der Entwicklungsphysiologe ROUX suchte die Embryonalentwicklung mechanistisch zu erklären, gab aber doch einmal zu bedenken (1885, S. 465): "Es ist nicht von vornherein zurückzuweisen, dass in der Complication der Verhältnisse während der embryonalen Entwicklung, wo wir Leistungen vor sich gehen sehen, die sonst in ähnlicher Weise in der Natur nicht vorkommen und von uns leider auch nicht künstlich nachgeahmt werden können, dass da auch besondere Arten von Energien entstehen, für welche ausserhalb dieser Prozesse und auch selbst in dem späteren funktionellen Leben des Individuums, ausser bei der Regeneration, keine Gelegenheit mehr gegeben ist; ..." So offen auch für völlig andersartige Gedanken sollte der Forscher vielleicht doch bleiben, ohne deshalb in unbegründbare Spekulationen zu verfallen.

Auch **technische Entwicklungen** können **verzögert** werden, weil ihnen gegenüber eine zu kritische Einstellung herrscht. Daß ALEXANDER FLEMINGs Entdeckung der antibiotischen Wirkung von gewissen Schimmelpilzen 1928 nicht rascher aufgegriffen wurde, führte ERNST CHAIN (1975, S. 29), der mit HOWARD WALTER FLOREY das erste **Penicillin** zur klinischen Anwendung im Jahre 1941 entwickelte, "auf die gegen die Chemotherapie eingestellte Abteilung des St. Mary's Krankenhauses in London" zurück. Die Immuntherapie, also die "Impfung", galt hier als die Therapie ohne Alternative zur Beherrschung bakteriell verursachter Infektionskrankheiten. Auch CHAIN selbst dachte am Beginn seiner Penicillin-Forschung in Oxford 1939 nicht an eine klinische Verwendung des Penicillins.

### **Unbefangenheit des Forschers als Voraussetzung für neue Ideen und Vorstellungen**

Der führende organische Chemiker BAEYER meinte: "Was macht den großen Naturforscher aus? Er soll nicht herrschen, sondern horchen, er soll sich dem Gehorchten anpassen und sich nach ihm ummodelln" und "Jemand, der mit einer bestimmten Idee an die Natur geht, der wird gewissermaßen vor der Natur stehen wie ein General. Er wird den Wunsch haben, der Natur zu befehlen". SPALLANZANI wußte im 18. Jh. (1769, S. 183): "Wir pflegen oft, wenn wir gewisse Grundsätze angenommen haben, alle Erfahrungen, wenn sie gleich gleichgültig und ungewiß sind, dennoch zu unserm Vortheil auszulegen, wir glauben zuweilen Dinge zu sehen, die wirklich nicht da sind, weil wir sie zu sehen wünschen". Die Gründe für solches Verhalten sind unterschiedlich. Im 19.

und 20. Jh. fand man 'erkenntnisleitendes Interesse' auch aus politischen oder wirtschaftlichen Interessen, welche die Vorstellungen von der Welt beeinflussten. Ob es ein bleibender 'Vorteil' ist, wenn Dinge falsch interpretiert werden, steht jedoch dahin. Trotz seiner Warnung vor falschem Sehen hat auch der so erfolgreiche Experimentalbiologe SPALLANZANI manche bald widerlegten Hypothesen vertreten. Ein erfahrener Forscher wie SPALLANZANI wußte auch, daß der Naturforscher **immer mit Überraschungen rechnen** muß, daß eine noch unbekannte und unvorhersehbare Zahl noch völlig unbekannter Dinge auf ihn warten kann. SPALLANZANI schrieb (1786, S. 235): "Doch aber giebt es in dem weiten Reiche organischer Wesen so viel ungesehene und neue Dinge, daß man nicht behutsam genug sein kann, wenn es darauf ankommt, über die Unmöglichkeit irgend eines Versuches" im vornherein zu urteilen. Völlig unerwartet hatte schließlich TREMBLEY die Regenerationsfähigkeit der von ihm gefundenen Süßwasserpolyphen entdeckt. SPALLANZANI gibt zu bedenken (S. 236): "Würden wir wohl auf die erstaunenswürdigen Eigenschaften des Polyphen gefallen sein?" Aber im 20. Jh. gab es noch ebenso überraschende Entdeckungen!

Gerade der junge Neuling in der Wissenschaft, der Anfänger, der Außenseiter wenigstens für ein bestimmtes Fachgebiet, konnte bisweilen Wege weisen, auf die der 'Fachmann' nicht kam. Der Chemiker GUSTAV ROSE beschreibt (1868), wie der 24 - jährige junge Chemiker EILHARD MITSCHERLICH von Göttingen nach Berlin kam und sich hier mit den 'phosphorsauren' und 'arsensauren' Salzen befaßte. Dabei wurde er von der eher einem Mineralogen zukommenden Beobachtung überrascht, daß die Salze beider Säuren in **gleicher Kristallform** kristallisieren. Er konnte solche Kristallisationsgleichheit auch zwischen verschiedenen anderen Salzen feststellen und sah darin einen Beleg für eine vergleichbare Zusammensetzung aus Atomen an analogen Stellen im Kristall. Auf den Rat von dem gerade zu Besuch weilendem BERZELIUS nannte MITSCHERLICH diese Erscheinung "**Isomorphie**". Er wurde daraufhin als Nachfolger des verstorbenen KLAPROTH zum Professor der Chemie an der Universität Berlin ernannt. Der Chemiker G. ROSE, an der Entdeckung nicht unbeteiligt, meinte (S. 630): "So werden die grossen Entdeckungen oft nicht dadurch gemacht, dass ausgezeichnete Männer im Besitze aller Mittel und Kenntnisse der Wissenschaft die Untersuchung eines Gegenstandes, der eine Frage der Zeit ist, verfolgen, sondern dadurch, dass sie, durch irgend einen

Umstand veranlasst, in eine ihren bisherigen Studien fremde Wissenschaft, unbeirrt von den Lehren derselben, unbefangen eindringen".

Im 20. Jh. war es etwa der Physiker ERWIN SCHRÖDINGER (W. HEITLER 1961), der in seiner kleinen Schrift "Was ist Leben?" den Biologen neue grundsätzliche Ideen nahelegte, die von einem Biologen so noch nicht gefaßt worden waren.

### **Lange Zeit Forscher herausfordernde Hypothesen**

Es gab Hypothesen, die sich lange Zeit, sogar jahrhundertlang, nicht bestätigen oder widerlegen ließen. Waren Forscher von der Richtigkeit solcher Hypothesen überzeugt, haben sie sich auch immer wieder um ihre Bestätigung bemüht, damit eine oft wichtige Entdeckungen im Visier, "einem Stern folgend" (WILHELM STRUBE).

Seit den Tagen des 1543 gestorbenen COPERNICUS bis in die 30er Jahre des 19. Jh. suchten Astronomen, die **Parallaxe von Fixsterne** nachzuweisen. War die heliozentrischen Theorie richtig, dann steht die Erde bei ihrer Sonnumkreisung an immer wieder anderen Orten im Weltraum und mußte erwartet werden, daß ein Fixstern immer wieder unter einem anderen Winkel gesehen werden muß, wobei in den am weitesten entfernten unterschiedlichen Stellungen der Erde das am deutlichsten sein mußte. Eine solche Parallaxe wurde aber nicht gefunden, und die Schlußfolgerungen konnten nur sein: 1. die copernicanische "Lehre" ist falsch, oder: 2. die Fixsterne sind so weit von der Erde entfernt, daß die Parallaxe nicht gemessen werden kann, jedenfalls nicht mit seinerzeitigen Hilfsmitteln. Da die copernicanische Lehre aber offenbar richtig war wurde immer wieder die Bestimmung einer Parallaxe versucht. Nach den noch etwas unsicheren Ergebnissen von FRIEDRICH GEORG WILHELM STRUBE auf der 1839 eröffneten Sternwarte Pulkowo bei St. Petersburg (Z. K. SOKOLOVSKAYA 1976), konnte FRIEDRICH WILHELM BESSEL (s. F. W. BESSEL 1839, W. FRICKE 1970, H. STRASSL 1946) 1838 nachweisen. Dieser bedeutende Astronom hatte sich neben seiner Tätigkeit in einem Bremer Handelshaus in die Astronomie eingearbeitet, wurde gefördert und wurde 1810 Professor und Direktor der Sternwarte an der Universität Königsberg. BESSEL suchte zunächst nach dem Fixstern, der nach allen vorhandenen Aufzeichnungen die größte Eigenbewegung hatte und somit offensichtlich der Erde näher als andere stand, da er richtig erwartete, gerade an ihm die geringe Parallaxe

nachzuweisen. Als diesen Fixstern fand BESSEL 61 Cygni, einen Stern 5. Größe im Sternbild Schwan.

Mediziner wurden über lange Zeit mit der Hypothese von **winzigen, sich rasch vermehrenden Krankheitserregern** als Ursache der großen Seuchen konfrontiert. Der 1721 bis 1733 an der Universität Padua wirkende CARLO FRANCESCO COGROSSI vermutete lebende Erreger für die 1711 bis 1714 Italien heimsuchende Rinderseuche (L. BELLONI 1971). In der Mitte des 18. Jh., so 1762, hat der Wiener Mediziner MARCUS ANTONIUS PLENCICZ (PLENCIZ) für die Pocken und den Scharlach die Ursache in übertragbaren "animalcula minima", "animalcula insensibilia" angenommen (V. KRUTA 1975). Was nicht gelang, war der sichere Nachweis dieser Erreger, die in den noch unzureichenden Mikroskopen nicht zu sehen waren und es fehlte auch die Färbungstechnik. Statt an lebende Erreger wurde auch an einen organischen Stoff als Auslöser der seuchenartigen Krankheiten gedacht. J. HENLE berichtete (1846 / 1910, S. 25): "Brugmans, Moscati, Jahn haben die Luft von Zimmern, worin Hospitalbrand-, Fieber-, Blatter- und Scharlachkranke sich befanden, mit Wasser geschüttelt, und durch die Reaktionen des Wassers gegen Gold-, Silber-, Bleisalze, Gerbestoff nachzuweisen gesucht, daß dieselbe einen organischen Stoff aufgenommen habe." HENLE zog demgegenüber die Annahme vor, daß das Agens der Seuchen eine belebte Materie sei, "und zwar mit individuellem Leben" ausgestattet, die zu dem kranken Körper im Verhältnisse eines parasitischen Organismus steht". Zu deren Nachweis forderte HENLE jene Dinge, die ROBERT KOCH für den Milzbrand 1875 verwirklichte, dann verwirklichte, nämlich die Krankheitserreger zu isolieren und sie dann auf Wirkung zu untersuchen. HENLE schrieb (S. 52): "Daß sie wirklich das Wirksame sind, wäre empirisch nur zu beweisen, wenn man Samentierchen und Samenflüssigkeit, Kontagiumorganismen und Kontagiumflüssigkeit isolieren und eines jeden Kräfte besonders beobachten könnte, ein Versuch, auf den man wohl verzichten muß."

Eine Physiologen resp. physiologische Chemiker lange stimulierende Hypothese war die von **zellinneren Enzymen**. Mit der Diastase im keimenden Gerstenkorn, die Stärke in Traubenzucker verwandelt und so in Brauereien angewandt wird, war ein erstes außerhalb von Zellen wirkendes Ferment gefunden worden, ein "Biokatalysator", der einen Stoffwechselprozeß bewirkte ohne verbraucht zu werden. BERZELIUS definierte für chemische Prozesse bewirkende Substanzen, die sich nicht verbrauchten, den Begriff der

"katalytischen Kraft". Auch innerhalb der Zellen sollten katalytisch wirkende Substanzen vorhanden sein und für Jahrzehnte wurde nach solchen zellinneren "Enzymen" gefahndet (J. BÜTTNER 1990, R. E. KOHLER, Jr. 1973), jedoch lange vergeblich, bis zum Zweifel an ihrer Existenz. Daß es zellinnere Enzyme machte wahrscheinlich um 1898 EDUARD BUCHNER (E. BUCHNER et al. 1898, E. BUCHNER 1898, 1903, 1909, C. HARRIES 1917), der Hefezellen mit Hilfe von Kieselgur und Quarzsand völlig zerrieb und im Mikroskop kontrollierte, daß keine intakten Zellstrukturen in seinem Gemenge mehr vorhanden waren. Auch dieser Zell"brei" vergärte wenigstens vermindert Traubenzucker zu Äthylalkohol und Kohlendioxid. Nicht die intakte Zelle, sondern eine ihr vorhandene, beim Zerreiben erhalten gebliebene Substanz, ein "Enzym", übte offenbar die Gärungswirkung aus. BUCHNER nahm sogar an, daß ein einziges, von ihm als "Zymase" bezeichnetes Enzym für die gesamte alkoholische Gärung ausreicht. Es gelang allerdings in den nächsten Jahren nicht, für irgendwelche Stoffwechselfprozesse identifizierbare Enzyme zu isolieren, präparativ darzustellen. Der Biochemiker RICHARD WILLSTÄTTER suchte das Enzym Peroxidase aus Pflanzen zu isolieren (H. THEORELL 1956), hatte dabei schließlich eine so geringe Materialmenge, daß in ihm nicht einmal mehr Protein, Zucker, Eisen nachgewiesen werden konnten, aber immer noch die Enzymwirksamkeit fortbestand, ohne einen faßbaren Stoff isolieren zu können. Daß ließ zweifeln, ob es einzelne Enzyme für die einzelnen Stoffwechselschritte gibt oder sich die biokatalytischen Prozesse nicht vielmehr an kolloidalen Eiweißmolekülen abspielen. SUMNER (L. A. MAYNARD 1958, J. B. SUMNER 1926) in den USA aber gelang mit Mitarbeitern, überzeugt von der Existenz eines solchen Enzyms, in etwas weniger als 9-jähriger Arbeit, aus der Jackbohne das den Harnstoff umsetzende Enzym **Urease** am 29. April 1926 in Kristallform zu erhalten, "a new protein which crystallizes beautifully and whose solutions possess to an extraordinary degree the ability to decompose urea into ammonium carbonate". Eine Substanz, welche sich in Kristallform abscheidet, galt allgemein als eine chemisch reine Substanz. Ein Kristallograph prüft die Kristalle. Als Protein durfte die Urease gelten, weil sie auf alle Nachweisreaktionen für Eiweiße ansprach. Damit war gefunden, was Jahrzehnte hindurch gesucht wurde: ein gefaßtes Enzym.

Noch manche aus ihrer Wirkung anzunehmende Substanz wurde oft nach langwieriger Prozedur gesucht und dargestellt. Nach der chirurgischen Entfernung (Exstirpation) der Schilddrüse, wurde ihre Wirkung auf den Stoffwechsel deutlich. Bei der Suche nach der wirksamen Substanz stellte der

Freiburger Chemiker EUGEN BAUMANN mit seinen Schülern ROOS und GOLDMANN (E. BAUMANN 1895, A. KOSSEL 1897) aus über 1000 von der Firma FR. BAYER & Co. in Elberfeld zur Verfügung gestellten Hammel-Schilddrüsen ein wirksames, wenn auch nicht hochreines Schilddrüsen-Präparat, "**Thyrojodin**", her, so wirksam wie die Schilddrüsengewebe selbst. BAUMANN hatte die Schafsschilddrüsen mit 10-prozentiger Schwefelsäure Tage lang gekocht und daraus ein feinflockiger brauner Niederschlag gewonnen, der filtriert wurde. Nach Behandlung mit Weingeist und Petroläther, Natriumhydroxid und weiterer Behandlung blieben 2 Zehntel bis 5 Zehntel der frischen Schilddrüsenmasse verfügbar.

In der Physik wurden gesucht auf Grund einer Hypothese, der MAXWELLSchen Theorie, die **elektromagnetischen Wellen**, nachgewiesen von HEINRICH HERTZ. In der Atomphysik waren die ersten Entdeckungen zwar unerwartete Befunde, jedoch wurden bald Hypothesen und Theorien entwickelt, aus denen sich manches weitere ableiten ließ. Aus seinem Atommodell hatte RUTHERFORD die Existenz eines elektrisch ungeladenen Teilchens, des **Neutron**, vorausgesagt, das CHADWICK etwa 12 Jahre später nachwies.

Eine **offen bleibende Hypothese** kann dabei der Forschung über lange Zeit **immer neue Anregung** zu Untersuchungen und Überlegungen geben. Der englische Chemiker PROUT hatte 1815 die Annahme veröffentlicht, daß die Atome aller chemischen Elemente aus Wasserstoff-Atomen zusammengesetzt sind, bei jedem Element eine verschiedene Anzahl. Damit hätte man die "Grundstoffe" der Chemiker auf eine Elementareinheit zurückgeführt, ein offensichtlich vielen erstrebenswertes Ziel. Nur hätte dann das Atomgewicht (Atommasse) der verschiedenen Elemente das Vielfache eines Wasserstoff-Atoms, des Elementaratoms, sein müssen. Und in Belgien hat JEAN-SERVAIS STAS (A. W. v. HOFMANN 1892) ausgehend von der PROUTschen Hypothese die Atomgewichte der Elemente genauer als bisher bestimmt, ohne allerdings für alle Ganzzahligkeit zu finden. Es wurde dann, von H. LANDOLT, überlegt, ob nicht vielleicht ein kleineres Elementarpartikel als das Wasserstoff-Atom in Frage kommt, was eine chemische Überlegung zu subatomaren Partikeln war.

Manche lange nicht prüfbare Hypothese stammte von Gelehrten, die eher der **Philosophie** als der Naturforschung zuzurechnen sind und manche solche

Hypothese konnte auch lange ruhen, ja blieb vergessen, während für manche "die Stunde schlug". MEYER-ABICH (1963, S. 267) betonte, daß PARACELSUS alle Krankheit als von außen kommend ansah, also schon den ökologischen Aspekt, übertrieben, besaß. MEYER-ABICH spricht von der "geistesgeschichtlichen Vorsorge, welche die Philosophie immer wieder den Wissenschaften leistet." Philosophie meinte MEYER-ABICH, ist "mögliche Wissenschaft". Auch der Atomismus fristete lange eher ein Dasein als philosophisches Theorem, bevor die experimentelle Wissenschaft ihn aufgriff und testete.

### **Lange Zeit für gültig erachtete und nicht überprüfte Hypothesen - Forderung nach geistiger Beweglichkeit der Forscher beim Umgang mit Hypothesen**

Hypothesen konnten so oft wiederholt werden, daß sie zur kaum noch bezweifelten "Wahrheit" wurden, ihr Hypothesen-Charakter aus dem Blickfeld geriet und sie - irrtümlicherweise - zur "Lehre" wurden. So war es für Jahrhunderte im Mittelalter mit der 4-Säfte-Lehre des HIPPOKRATES, mit Blutverteilungslehre des GALEN, dem geozentrischen Weltbild des PTOLEMAIOS. Auch manche Einzeldinge wurden als anerkannte Tatsache überliefert, ohne daß ein Beweis ihrer Richtigkeit vorlag, und das 17. Jh. war auch eines der "Faktenbereinigung". "Lieb" gewordene Vorstellungen blieben manchmal gern bewahrt, und JOHN TYNDALL meinte (1874, S. 557): "Eine Lieblingstheorie, der Wunsch, ein gewisses Resultat entweder festzustellen oder zu vermeiden, kann den Geist in dem Grade einnehmen, dass er unfähig wird, Thatsachen zu beurtheilen ..." TYNDALL schildert, daß er Leute gekannt hat, "welche Jahre lang unter einem derartigen Einfluss arbeiteten, unfähig, sich dem verderblichen Zauber zu entziehen.". Der spanische Physiologe RAMON Y CAJAL forderte deshalb (1938, S. 111), regelrecht nach dem suchen, was einer zu überprüfenden Hypothese widerspricht. Man "muß sich hüten", "sich in seine eigenen Gedanken zu verlieben." "Die Wandelbarkeit", schrieb RAMON Y CAJAL (1938, S. 112), "setzt Kraft, Anpassungsfähigkeit und Jugendlichkeit voraus; die Starrheit aber bedeutet Ruhe und bedingt ein Faulwerden des Gehirns, eine Versteinerung des Denkens und schließlich eine verhängnisvolle Trägheit, die ein sicherer Vorbote der Abgelebtheit und des Todes ist." Ein Wissenschaftler sollte stets sagen: "Ich ändere mich, weil ich lerne" (RAMON Y CAJAL 1938, S. 113).



### **Unbegründete Verallgemeinerung statt Prüfung der Fakten im einzelnen**

**Vogelschutz** wird allgemein von vornherein als gut gesehen. Das mag insgesamt richtig sein. Aber der unter anderem als Ornithologe wirkende ARNOLD Freiherr VON VIETINGHOFF (K. ESCHERICH 1944, S. 228 ff., auch zit. ), Schloß Neschwitz nördlich von Bautzen, erkannte auch, daß eine "aprioristische Ansicht" hierzu falsch wäre, und "Man mußte erst lernen, von Fall zu Fall zu unterscheiden, innerhalb welcher äußerer Umstände die positiv oder negativ gerichtete Tätigkeit der Vogelwelt stattgefunden hatte; das Generalisieren mußte ausgeschaltet und an seine Stelle ein neues Moment gesetzt werden, das sich auf eingehende Kenntnis der physiologischen, ornithologischen und entomologischen Faktoren eines orographisch oder topographisch umschriebenen Gebietes stützte." Etwa Magenuntersuchungen von Vögeln konnten beitragen, ihren Beitrag zur Insektenvertilgung abzuschätzen. Ein Vogel unterscheidet natürlich nicht zwischen Schädlingen und Nützlingen. Bei großem Schädlingsbefall wird ein Vogel eben anfangs mehr Schädlinge als deren Feinde fressen. Eine prophylaktische Mitwirkung der Vogelwelt gegen Schädlingskatastrophen "muß" gewiß "anerkannt werden, obgleich sie sich mathematisch nicht nachweisen läßt" (S. 229). Aber gegen die aus verschiedenen Ursachen hervorgehenden Großkatastrophen von Eichenwickler, Forleule, Nonne reichte das bei weitem nicht. Man möchte ergänzen: Der Kleingärtner ist mit seinen Meisen und Rotschwänzchen sicherlich bis zu gewissem Grade gut bedient.

### **Vielfalt in Diskussion und Meinungsstreit**

In zahlreichen Fällen mußte wenigstens für längere Zeit das **Nebeneinanderbestehen mehrerer Hypothesen** über den gleichen Sachverhalt als unvermeidlich betrachtet werden, weil eine rasche Lösung oft zwar angemahnt, aber manchmal nicht möglich war. Es gibt öfters keine Übereinstimmung, ab wann eine Hypothese als im wesentlichen bestätigt anzusehen ist.

Die **freie Diskussion gehört wesentlich zur Wissenschaft**, wenn es neue Erkenntnisse, neue Entdeckungen geben soll und auch **überhaupt**. Die sächsische Mundartdichterin LENE VOIGT ließ einmal spöttisch jammern:

"Müßt Ihr Männer euch denn egal kampfeln ...", natürlich in Ablehnung tödlicher blutiger Kämpfe. Und unter dem Laienpublikum mag mancher denken, ist denn nicht endlich einmal etliches für immer geklärt, gibt es nicht 'ewiges', nicht mehr zu diskutierendes Wissen. Religiöse Menschen sind von der Ewigkeit ihrer 'Glaubens'lehren' ohnehin überzeugt. Bei echten **Anhängern eines Religion** kann es nur heißen; **Gott ist niemals 'Arbeitshypothese'**. Nur damit soll nach der Meinung der Priester und Pfaffen und gern wiederholt bei Begräbnissen eine Bestrafung im Jenseites vermeidbar sein. 'Ich galube, daß mich Gott geschaffen hat samt allen Kreaturen' muß der protestantische Christ jeden Sonntag in der Kirche bekennen und darf nicht sagen: "Kann sein, daß mich Gott geschaffen hat ... und wissenschaftliche Theorien kenne ich auch ... " Auch **Politiker** denken wohl: **Dauernde Zweifel** bringen nur **Unruhe**. Aber **die diskussionslose Hinnahme von Wissen bekommt dem Geist des Menschen nicht** oder oft auch nicht seinem Handeln. Wenigstens sollte man auch bei scheinbar sicheren Erkenntnissen sich immer einmal wieder die Begründung vor Augen führen. Wissen, wie die oder jene Erkenntnis, etwa auch die über den Blutkreislauf oder noch mehr die über die Evolution zustandekam. Gender-Diskussion und anderes aus dem Anfang des 21. Jh. gehören erst recht immer wieder vor den Richterstuhl der fragenden und skeptischen Wissenschaft. Auch wenn manche so etwas fast zwanghaft verordnen wollen. Daß in Diktaturen, nicht in allen, aber im Nationalsozialismus und im Kommunismus "Fragen" nicht nur abgeblockt, sondern sogar verfolgt war, ist gerade auch den kommunistisch-sozialistischen Staaten nicht bekommen. Es sollte keine Päpste geben, auch nicht in der Wissenschaft, auf Lehrstühlen". Der Weg zum 'Leerstuhl' ist dann nicht weit.

Vorausgesetzt wird im allgemeinen, daß bei wissenschaftlichen Diskussionen die Meinungen begründet werden. Rücksicht auf religiöse oder politische Vorgaben wurden oft abgelehnt, jedoch Forschungs- und gar Lehrfreiheit waren bis in neuere Zeit oft umstritten. GUERICKE (s. 1968, S. 2) im 17. Jh. wußte, daß mit der Entwicklung der Wissenschaften im alten Griechenland Auseinandersetzungen kamen und aus diesen von ihm bewunderte und zur Grundlage neuerer Gedanken geeignete Vorstellungen entstanden. "Dann kamen", schrieb GUERICKE (1672, s. 1968, S. 2), "die griechischen Philosophen, die in Himmels - und Erdkunde von niemand übertroffen wurden. Doch gaben sie in der Beschreibung und Schilderung der Welt und ihres Baues, ihrer Natur und ihres Ursprunges so vielen Streitigkeiten und gegensätzlichen

Meinungen Raum, daß sie bei der Verteidigung ihrer jeweiligen Meinung sich untereinander ebenso hart mit ihrem Schreibrohr wie Feinde mit dem Schwerte bekämpften." Der französische Aufklärer DIDEROT schrieb (1746, s. 1961, S. 16): "Was man niemals in Frage gezogen hat, ist überhaupt nicht bewiesen worden; was man nicht vorurteilslos überprüft hat, ist überhaupt nicht geprüft worden", womit er vor allem die Religion meinte. DIDEROT im 18. Jh. zitierte aus der "Aeneis" des VERGIL: "Man macht mir die wahrscheinlichen Dinge verhaßt, wenn man sie mir als untrüglich hinstellt." Und DIDEROTs eigene Meinung war, daß Hitzköpfe und Phantasten lieber eine kühne Entscheidung treffen als gar keine, daß sie lieber irren als Ungewißheit anzuerkennen. Und bei CONDORCET (s. 1963, S. 239) liest man, daß Wissen, wenn nicht kritisch überprüft, ebenso wie Religion zum dogmatischen Denken führt, und es nur "jener Geist der Kritik" ist, der aus der Gelehrsamkeit allein etwas wahrhaft Nutzbringendes machen kann." ALEXANDER VON HUMBOLDT sagte 1828 in seiner Festrede bei der Eröffnung der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte am 18. September 1828 in Berlin: "Entschleierung der Wahrheit ist ohne **Divergenz der Meinungen** nicht denkbar, weil die Wahrheit nicht in ihrem ganzen Umfang, auf einmal und von allen zugleich, erkannt wird. ...Wer golden die Zeiten nennt, wo Verschiedenheit der Ansichten ... der Zwist der Gelehrten, geschlichtet sein wird, hat von den Bedürfnissen der Wissenschaft, von ihrem rastlosen Fortschreiten, eben so wenig einen klaren Begriff als derjenige, welcher in träger Selbstzufriedenheit sich rühmt, in der Geognosie, Chemie oder Physiologie, seit mehreren Jahrzehnten dieselben Meinungen zu vertheidigen". Als "Pflegerinnen" der Kritik der von kühnen Köpfen in die Debatte geworfenen Ideen bezeichnete K. E. v. BAER 1835 (1864) die Akademien, seit der Zeit der Akademie von Alexandria. Als von den durch Abschrift entstandenen Texten unterschiedliche Versionen bestanden, war es auch nötig, Textkritik zu betreiben. Europäische Emigranten in den USA empfanden die an dortigen Hochschulen herrschende Atmosphäre freier Meinungsäußerung als wohltuend und produktiv. Der jüdische Philosoph HANS JONAS (1991, S. 77) erinnerte sich : "Es gibt keine offiziellen akademischen Lehrmeinungen, es gab die wirklich Freiheit des Denkens, des Theoretisierens, des Spekulierens, des Vortrags neuer Ideen oder der Aufwärmung alter Ideen. Der größte Synkretismus der modernen Welt, also das Zusammenströmen von geistigen Lehren, Standpunkten und Methoden findet dort in Amerika ständig statt. Und wie gesagt, alles findet dort seinen Platz." Die Wissenschaft in den

USA hat gemessen an ihren Erfolgen von dieser Meinungsvielfalt offensichtlich nur profitiert!

**Über manche Theorie** wurde **nie volle Übereinstimmung** gewonnen. Biologen wie ERNST MAYR und HANS MOHR sehen die **Evolutionstheorie** als voll bewiesen an, gerade in der neodarwinistischen Form. Einst H. DRIESCH und J. VON UEXKÜLL (1920) und auch später R. POPPER gaben ihr nur den Status einer Hypothese, die exakte Forschung, wie sie DRIESCH durchaus ausführte, gar behindern kann. Innerhalb der Evolutionstheorie stritten sich namentlich in den 20er- und 30er- Jahren des 20. Jh. die Paläontologen und die Genetiker über die Faktoren der Evolution - und ein vorschneller Konsens hätte wohl auch nicht weitergeholfen, bei aller Überzeugungskraft gerade der Ergebnisse der Genetiker.

Mancher Meinungsstreit litt darunter, daß die Kontrahenten ihre **Argumente** nicht **klar** vortrugen. Als sich der Ingenieur W. KRANZ über die Entstehung einer eigenartigen geologischen Erscheinung in Süddeutschland, dem Nördlinger Ries, äußerte, hatte er gewiß im Lichte späterer Erfahrung Unrecht. Aber er forderte 1913 (S. 88) mit Recht: "Einmal ein ganz genaues Durchlesen der Arbeiten, deren Inhalt man angreifen will. Zweitens eine genaue Angabe dessen, was der Kernpunkt der anzugreifenden Ansicht ist. Drittens genaue Angabe derjenigen Punkte, in denen die angreifende Ansicht von der angegriffenen abweicht." Andererseits hatte der Chemiker VICTOR MEYER 1890 (S. 606) bei einer Auseinandersetzung mit den Ansichten einiger anderer Chemiker gelobt: "Die Frage ist hier glücklicherweise in so präciser Form gestellt, dass die endgültige Entscheidung dem Versuche zufällt."

Religion und Ideologien duldeten Meinungs austausch nur begrenzt, weil sie sich sonst in Frage stellten. Religion übt, wie der kritische Baseler Historiker JAKOB BURCKHARDT (s. 1921, S. 118) feststellte, nur dann Toleranz, wenn sie muß. KARL MANNHEIM meinte (1951, S. 176): "Die Gefahr, die das Leben in einer festgefügteten Gesellschaft in sich birgt, ist, daß der einzelne, der über seine geistigen Verhältnisse lebt, das wirklich Ringen allmählich aufgibt, da er dadurch, daß er dem Ritual folgt und sich die richtigen Verhaltensweisen zulegt, ein untadeliges Leben führen kann. Die Gefahr einer von Religiosität erfüllten Gesellschaft besteht darin, daß alles schrittweise und unmerklich zur Konvention herabsinken könnte, ohne daß jemand in der Lage wäre, genau

festzustellen, wann der Verfall einsetzt." Gewiß gab es zeitweilig auch in manchen Wissenschaften nur sehr verfestigten Meinungen, wurde Wissenschaft nur innerhalb eines "Paradigmas" betrieben.

Was die bloße Ablehnung von Forschungsergebnissen betrifft, so sollte auch an DIDEROT (1746 / 1961, S. 13) gedacht werden, der für **Ablehnung ebenso Begründung** forderte wie für Anerkennung. "Wer zweifelt, weil er die Gründe der Glaubwürdigkeit nicht kennt, ist bloß ein Ignorant", schrieb er. "Der wahre Skeptiker hat die Gründe gezählt und erwogen." Das müßte mancher erwägen, der die Evolutionstheorie gänzlich verwirft. "Jeder Geist," heißt es bei DIDEROT weiter, "hat seine eigene Brille. Gewaltig erscheint in meinen Augen irgendein Einwand", der vor anderen Augen verschwindet.

### **Einer Überprüfung nicht für würdig befundene Hypothesen**

Wurden manche Hypothesen unberechtigterweise scheinbar fest gesicherte "Lehren", ja nahezu "Dogmen", erschienen manche so absurd oder unwahrscheinlich, daß ihre Überprüfung nur Mittel- und Zeitverschwendung zu sein schien und die dennoch sich später als richtig erwiesen. Die Stellung führender Forscher, "Autoritäten", konnte bei der Einstellung zu einer Hypothese wichtig sein. Der Astronom W. FOERSTER berichtete (1911, S. 138), wie um 1880 unter dem Einfluß des führenden Meteorologen HEINRICH WILHELM DOVE die älteren Meteorologen "von dem Eingreifen der Flecken- und Fackelwirtschaft auf der Sonne in die irdischen Wetterzustände gar nichts wissen" wollten und dachten "auch über die Beziehungen zwischen jener Sonnenwirtschaft und dem Erdmagnetismus sehr skeptisch ..." Diese Ablehnung schien sogar so etwas wie die Ablehnung von Aberglauben zu sein. Die Akademie der Wissenschaften in Berlin verweigerte dem Astronomen FOERSTER Mittel für solche Forschungen. Aber eine Beziehung zwischen Sonnelflecken und Wetter wurde später nachgewiesen.

### **Hypothesen nach ihrer Stellung in der Entwicklung eines Forschungsgebietes**

Es gab Hypothesen, die **erstmalig** in der Geschichte der Wissenschaften eine Aussage über einen bestimmten Sachverhalt brachten. Andere Hypothesen traten **an die Stelle einer bisherigen andersartigen Erklärung** oder

andersartigen Hypothese eines Sachverhaltes. Die heliozentrische Auffassung des COPERNICUS ersetzte die vorangegangene geozentrische Auffassung, die mit dem Namen des PTOLEMAÛS dem Mittelalter überliefert worden war. Wurde eine bisherige Hypothese angelöst, gab es vielfach einen dramatischen wissenschaftlichen Kampf zwischen der alten und modernen Auffassung (s. T. S. KUHN). Wohl jede neue wissenschaftliche Hypothese war natürlich zeitweilig umstritten.

### **Falsche Hypothesen im Wissenschaftsbetrieb**

Daß es bei der großen Anzahl von Forschern, die alle nachdenken und etwas entdecken wollen, immer wieder die verschiedenartigsten Hypothesen gab, versteht sich wohl von selbst. Viele dieser Hypothesen sind längst vergessen. Manche solche Hypothesen sind auch mit bedeutenden Namen verknüpft. So dachte der französische Physiker JEAN BAPTISTE PERRIN, Physik-Nobelpreisträger von 1926, daß alle chemischen Reaktionen von absorbierter Strahlung ausgelöst werden (K. J. LAIDLER 1998). Was für photochemische Reaktionen gilt, etwa die Vereinigung von Chlor und Wasserstoff im Licht, gilt aber nicht für die Mehrzahl der Reaktionen.

### **Akzeptierung und Zurückweisung von Hypothesen - Verifizierung und Falsifikation**

#### **Überprüfung von Hypothesen auf ihre Richtigkeit**

Ziel der wissenschaftlichen Forschung ist, die Adäquatheit der Hypothesen für die Erkenntnis der Wirklichkeit zu bestätigen, zu verifizieren, die "Verifizierung" durchzuführen, oder zu widerlegen, zu falsifizieren, "Falsifikation" genannt, oder auch die Grenzen ihrer Gültigkeit abzustecken. Damit hätte das Problem, das Anlaß war für das Ersinnen einer Hypothese oder mehrere Hypothesen, eine Lösung gefunden. "An die Stelle des Problems wäre **Erkenntnis** getreten" (H. MOHR 1982, S. 146), wie sicher und über die Zeiten bleibend auch immer, denn, wie schon gesagt, es gibt auch die Ansicht, daß jede wissenschaftliche Aussage mit Unsicherheiten bleibt, also die **Hypothese die Entwicklungsform der Wissenschaft schlechthin** (E. OESER 1979) bleibt, man nicht über Hypothesen hinauskommt.

Im Leben eines Forschers war nach den Worten des erfolgreichen Physikochemikers WILHELM OSTWALD (1927, S. 128) die Prüfung seiner Theorie oder seiner Hypothese einer der "erregendsten Momente". Newton, so berichtete OSTWALD, ergriff dabei die Bedeutsamkeit des Augenblicks so stark, daß er einem Freund bitten mußte, die Rechnung, die seine Theorie bestätigen sollte, zu vollenden.

Konnten einzelne wissenschaftliche Aussagen in wenigen Beobachtungen oder Experimenten, notfalls in einem einzigen Experiment (*experimentum crucis*) überprüft werden, so mußte etwa bei der Evolutionstheorie oder umfassenden Geschichtstheorien auch regelrecht "ausprobiert" werden, "wie weit" ein "Gedanke sich als tragfähig erweisen würde" (R. LÖWENTHAL in F. BORKENAU 1991, S. 26 / 27).

### **Verschiedene Hypothesen zum gleichen Sachverhalt**

Überprüft werden muß jede Hypothese. Besonders zwingend erschien das Bestätigen oder Widerlegen einer Hypothese, wenn es zu einem Sachverhalt zwei oder gar noch mehr verschiedene Hypothesen gab. Richtiges mußte dabei nicht nur in eine Hypothese sein.

Im 18. Jh. gab es zwei Hypothesen über die **Gestalt der Erde**, und durch aufwendige Gradmessungen vor allem in Süd-Amerika und Lappland wurde zwischen ihnen entschieden. Über das **Wesen der Wärme** standen sich bis weit in das 19. Jh. verschiedene "Theorien", besser "Hypothesen" gegenüber, vor allem wurde Wärme von den einen als eine feine materielle Substanz, fast einer Flüssigkeit, betrachtet, während andere in ihr eine rasche, schwingende oder rotierende Bewegung sahen (J. HERSCHEL 1836). In der Mitte des 19. Jh. sah man Wärme allgemein als Bewegung der kleinsten Partikel der Materie. Fünf Hypothesen fand E. OESER (1979) bei den Astronomen um 1845 zur Erklärung der **Bahnstörungen des Uranus** und die Annahme der Existenz eines weiteren Planeten außerhalb der Uranus-Bahn, was sich mit der Entdeckung des Neptun bestätigte, war nur eine davon. THEODOR SCHWANN, der die Verdauungsprozesse im Magen untersuchte, stellte 5 verschiedene Hypothesen über die **Wirkung der Salzsäure** im Verdauungsprozeß zur Diskussion (TH. SCHWANN 1836): 1. Säure als bloßes Lösungsmittel des Verdauungsstoffes, 2. chemische Verbindung der Salzsäure mit dem die Verdauung bewirkenden Stoff,

3. Auflösung der aus dem verdauten Stoff sich bildenden Produkte, 4. Eingehen in die Verdauungsprodukte, 5. eine Art Vermittler zwischen den zu verdauenden Stoffen und der zu verdauenden Substanz zu sein, also das, was BERZELIUS bald danach mit "Katalyse" beschrieb. Noch um 2000 gibt es zahlreiche Hypothesen etwa über die Ursachen des Alterns der Organismen (D. KOTSOVSKY 1954) oder die Entstehungsursachen von Tumoren. Solche **Vielfalt** ist gewiß auch Ausdruck von **fehlender Kenntnis bei komplizierten Forschungsobjekten** gesehen. EDWARD SCHNEIDER meinte: "Die extreme Vielfalt von Theorien steht im eklatantem Widerspruch zu unserem sehr begrenzten Wissen über das Wesen des Alterns" (Zitat aus B. BORGEEEST 1991, S. 78). Es heißt auch: "Häufig ist die Zahl der Theorien zu einem Forschungsgebiet umgekehrt proportional zur Menge der angesammelten Erkenntnisse" (ebenda). P. JAMES PEEBLES meinte 2001 zu den neuerdings wieder zunehmenden unterschiedlichen Hypothesen in der Kosmologie positiv: "Das herrschende Durcheinander zeigt, dass wir auf dem richtigen Weg sind: Auf der Baustelle herrscht reger Betrieb."

Groß war öfters die Zahl von Hypothesen zu den gleichen Sachverhalten in der Geschichtswissenschaft oder in der Soziologie. Für den "**Untergang der Antike**" wurden bis zur Gegenwart immer wieder zahlreiche Gründe angeführt, bis hin zu der durchaus einsichtigen Ansicht, daß von einem "Untergang" nicht gesprochen werden kann (A. DOPSCH 1925 / 1938), sondern von sozialer Änderung infolge der Einwanderung von Germanenvölkern, aber das Römische Reich kontinuierlich mit dem Mittelalter verknüpft ist. Was als "Verweichlichung", ja als zunehmende "Faulheit" südlicher Völker und nach Süden gewanderter Völker bezeichnet wurde, war in Wirklichkeit wohl zu beträchtlichem Teil Folge von Malariadurchseuchung (M. JANTSCH 1948).

### **Lösung aus einer Mehrheit von Hypothesen zum gleichen Sachverhalt**

Der Biochemiker O. WARBURG meinte (1923 / 1928, S. 161), als es um die Entscheidung zwischen seiner Atmungstheorie und der Atmungstheorie von HEINRICH WIELAND ging: "Da es für die Entwicklung eines Gebietes schädlich ist, wenn zwei sich gegenseitig ausschließende Theorien nebeneinander bestehen, so wird man versuchen, eine Entscheidung zugunsten der einen oder der anderen Theorie herbeizuführen." Eine unsichere Entscheidung nutzt natürlich nicht. Unter verschiedenen Hypothesen zum



gleichen Sachverhalt die richtige zu finden oder wenigstens sich für die wahrscheinlichste zu entscheiden erfolgte unterschiedlich.

Von den 2 unterschiedlichen Hypothesen über die **Gestalt der Erde** im 18. Jh. konnte **nur eine gültig** sein, mußte die eine nach der Untersuchung fallen. Hier konnten nicht im Sinne HEGELs "These" und "Antithese" in eine neue "Synthese" münden. In anderen Fällen konnte **von verschiedenen** konkurrierenden **Hypothesen einiges** in die schließlich als gültig betrachtete Hypothese oder - nunmehr - Theorie eingehen. In diesem Falle bestand Berechtigung, vom "Aufheben" einer Hypothesen in einer neuen, "höheren", vom "Dreiersprung-Schema" im Sinne HEGELs, zu sprechen. Die Ursachen von Seuchen sahen manche in Umweltnoxen, etwa "Miasmen", andere in sich reproduzierenden "Kontagien", eventuell Mikroorganismen. Aber Mikroorganismen verlangen bestimmte Umweltbedingungen und die Cholera war an verunreinigtes Wasser durchaus gebunden, also hatte MAX PETTENKOFER mit seinen Untersuchungen über die Bindung der von der Cholera befallenen Häuser an den Grundwasserspiegel recht, nur hätte er auch den von KOCH 1882 nachgewiesenen Cholera-Erreger als noch unbedingt nötig anerkennen müssen.

ERWIN SCHRÖDINGER (1961, S. 23) wandte sich einmal dagegen, daß bei der Darstellung der Ansichten der verschiedenen Philosophen oft nur die Unterschiede betont werden und dann nacheinander abgehandelt wird, daß der eine Philosoph das eine und andere etwas anders dachten. Aber man müsse zuerst prüfen, ob nicht die **verschiedenen Denker verschiedene Facetten derselben Dinge**, derselben Welt in Augenschein nahmen, weil eben die Gesamtsicht auf alle Dinge nicht gegeben ist. SCHRÖDINGER meinte von den verschiedenen Ansichten (S. 23): "In Wahrheit handelt es sich aber doch, wenigstens in einer großen Zahl von Fällen, um die wohlbegründete Überzeugung höchst denkfähiger Männer, und man darf alsdann sicher sein, daß der Verschiedenheit des gefällten Urteils auch eine Verschiedenheit des Gegenstandes entsprochen hat, indem jedenfalls sehr verschiedene Seiten des Objektes im reflektierenden Bewusstsein zur Abhebung gelangten."

Auch bei Hypothesen oder Theorien in den Naturwissenschaften über denselben Gegenstand erwies sich in manchen Fällen, daß jede gewisse "Facetten" einer Erscheinung erfaßte. So wurde das **Wesen des Lichts** bei NEWTON auf Korpuskel zurückgeführt, während HUYGENS dem die Wellentheorie

gegenüberstellte. Im 19. Jh. schien durch YOUNG, FRESNEL u. a. die Wellentheorie endgültig gesiegt zu haben. Im 20. Jh. jedoch wurde deutlich, daß es sich bei "Korpuskel" und "Welle", sofern man überhaupt eine Vorstellung vom "Wesen" des Lichtes bekommen konnte, um sich **ergänzende Aspekte** (M. BORN 1965) handelt, woraus die "Philosophie der **Komplementarität**" entwickelt wurde. MAX BORN zog gar die Schlußfolgerung (1965, S. 34): "Es gibt viele Bereiche des menschlichen Denkens, wo ein und dasselbe Geschehen mehrere, sich teilweise überdeckende komplementäre Aspekte hat." Das war mehr als der nur duale Aspekt (V. WEISSKOPF 1991). Man beschreibe und erkläre die Lebenserscheinungen physikalisch-chemisch, aber die Biologie könne nicht darauf verzichten, Lebensvorgänge und Lebewesen auch in einer ganz anderen Sprache zu beschreiben, mit Begriffen wie "Zweck", "Ordnung", "Entwicklung". BOHR erwähnte auch die Komplementarität von Psychologie und Neurophysiologie, auch von Recht und Mitgefühl. Auch beim Vergleich der Kulturen wäre diese Betrachtung angebracht. Die kühnste Anwendung des Komplementärgedankens war, etwa in der Beurteilung durch BORN, die Betrachtung von NIELS BOHR über das uralte Problem von Notwendigkeit und Freiheit. Wie Ergebnisse der neueren Physik zu belegen scheinen, gibt es Dinge, für die jedes Bild versagt, auch das komplementäre.

Um festzustellen, ob mit einer Hypothese sich der "Wahrheit" angenähert wird, müßte diese "Wahrheit" allerdings bekannt sein. COLUMBUS konnte bei seiner ersten Reise nach dem unbekanntem Westen 1492 nicht wissen, ob und daß er sich Amerika näherte, da zu dieser Zeit weder dieses noch ein anderes Land im Ozean weit im Westen von Europa bekannt waren. Daß er sich von Europa entfernte und in Neuland vorstieß, war ihm jedoch unabweisbar und die Kenntnis von der Erdoberfläche vergrößerte sich gewiß mit jedem Tage seiner Fahrt. Die in der Geschichte zunehmend größere Beherrschbarkeit von Naturerscheinungen mag für die Annäherung an die "Wahrheit" sprechen.

Es kann lange dauern bis eine Entscheidung zwischen zwei fast gegensätzlichen Hypothesen fällt, und eine Hypothese kann dann als so annehmbar erscheinen, daß sie allgemein akzeptiert und kaum noch als 'Hypothese' wahrgenommen wird.

## **Fachwissenschaftliche Bestätigungen von Hypothesen durch Erfüllung von Voraussagen**

Hypothesen gelten vielfach als bestätigt, ja als in den Stand sicherer Tatsachen versetzt, wenn sie gewisse Voraussagen bestätigen und damit bestimmte Erscheinungen erklären. Der Botaniker GOTTLIEB HABERLANDT etwa meinte 1905 (S. 82) bei der Erörterung des Wertes einer eigenen Hypothese über den Einfluß der Schwerkraft auf die Pflanzen auf dem Wege über das Herabsinken der Stärkekörner im Protoplasma (Statolithentheorie): "Jede Theorie aber, die richtig zu prophezeien vermag, darf den Anspruch erheben, als eine befriedigende Zusammenfassung des derzeit bekannten Tatsachenmaterials zu gelten".

So waren spezifische **Ausfälle** zu erwarten, wenn in bestimmter Weise in Organismen eingegriffen wurde. Bei der Exstirpation, beim Herausschneiden von Organen, wurde oft vorausgesetzt, daß die beobachteten Ausfälle auf das wegoperierte Organ zurückzuführen sind und durch das Wegschneiden die Organfunktion deutlich wird. Allerdings gibt es auch einen allgemeinen Operationsschock und mußte die Schädigung nur eines bestimmten Organs näher geprüft werden. Als MERING und MINKOWSKI (1890) an der Universität Straßburg bei Hunden die Bauchspeicheldrüse entfernt hatten und die so operierten Hunde danach im Harn erhöhten Traubenzuckergehalt aufwiesen, also offenbar Diabetes hatten, bezweifelte PFLÜGER dennoch, daß die Pankreas daran schuld war und verdächtigte die Forscher, bei der Operation unbemerkt das Sonnenganlion im Bauche mit getroffen zu haben und dadurch die Diabetes ausgelöst zu haben. Der Beweis für die **Richtigkeit einer Analyse** ist meistens die **Synthese**. In der Chemie war das ein immer wieder geübtes Verfahren. In der Biologie wurde die Synthese etwa angewandt, um die Notwendigkeit des Zusammenvorkommens bestimmter Organismen, also bestimmter Symbiosen, zu beweisen. N. BERNARD (H. BURGEFF 1936) konnte 1903 die symbiontischen Pilze bestimmter Orchideen isolieren, und es gelang ihm 1904, in Samen dieser normalerweise nicht im Gewächshaus zur Keimung zu bringenden Orchideen diese Pilzmycelien hineinzubringen, worauf sie keimten. Die Artgebundenheit solcher Symbiosepartner konnte er nachweisen.

Voraussagen konnten an die Ergebnisse eines einzigen Experimentes geknüpft sein oder das wenigstens in starkem Maße. Solche zur Entscheidung für eine bestimmte Hypothese wesentlichen Experimente wurden und werden als

"**Experimentum crucis**", als Entscheidungsexperiment, bezeichnet. Die Existenz des Luftdrucks wurde etwa besonders deutlich, als BLAISE PASCAL bei seinem "Berg-Experiment" zu gleicher Zeit am Fuße und auf dem Gipfel des 1465 Meter hohen erloschenen Vulkanberges Puy de Dome in der Auvergne bei seiner Heimatstadt Clermont-Ferrand mit Barometern den Luftdruck bestimmen ließ. Auf dem Gipfel des Puy de Dome war der Luftdruck, wie erwartet, um einen bestimmten Wert niedriger, da über dem Berg eine nicht so hohe Luftsäule wie über der tieferen Ebene lasten mußte. Der Luftdruck und nicht ein mystischer "Horror vacui", wie auch behauptet, mußte zustandebringen, daß eine Saugpumpe Flüssigkeit bis zu einer bestimmten, von der Art der Flüssigkeit abhängigen Höhe emporsaugen kann.

Im 19. Jh. wurden Experimente etwa zur Lichtbrechung durchgeführt, um zwischen den beiden damals diskutierten **Lichttheorien**, der **Korpuskel- und der Wellen-Theorie**, zu entscheiden. Das Experiment von MICHELSON und MORLEY galt als entscheidend, um den als Lichtträger angenommenen "Äther" zu widerlegen, obwohl dieses Experiment nicht von vornherein so angestellt war, wie es später ausgewertet wurde. Ebenso hat EINSTEINs aus seiner Theorie abgeleitete Voraussage über die Krümmung des Lichtes, die im Jahre 1919 bei einer Sonnenfinsternis in der Tat festgestellt wurde, zu seiner Anerkennung verholfen. Für die Deutung der X-oder **Röntgen-Strahlen** als sehr kurzweilige elektromagnetische Strahlung war der Nachweis von Beugungsbildern bei ihrem Durchgang durch Kristalle wichtig, zuerst erwiesen durch FRIEDRICH und KNIPPING (W. GERLACH 1936).

Es gab auch Experimente, die nicht unbedingt zur Entscheidung einer Voraussage zwischen Hypothesen angestellt wurden, aber eben doch mehr zugunsten einer bestimmten Auffassung sprachen und die Entscheidung für eine von zwei oder mehr Hypothesen über einen Sachverhalt wenigstens erleichterten. Graf RUMFORD (S. C. BROWN 19, M. WILSON 19), geboren in Armut in den USA als BENJAMIN THOMPSON, zeigte um 1800 während seiner Tätigkeit in München, daß auch **fortgesetztes Bohren von Kanonenrohren immer erneut Wärme** hervorbringt. Wärme konnte dann nicht, wie etwa LAVOISIER annahm, eine Substanz, gar ein chemisches Element sein. Ein "Wärmestoff" hätte sich bei dem fortlaufenden Bohren irgendwann erschöpfen müssen.

Für eine bestimmte Auffassung, zunächst eine Hypothese, können auch einfache **Naturbeobachtungen** sprechen. LIEBIG sah bei Berchtesgaden am Königssee

höhere Bäume zwischen engen Felsspalten emporwachsen. Aus dem Boden konnten sie den Kohlenstoff ihrer Substanz nicht ausreichend entnehmen können. Nur die Luft, deren CO<sub>2</sub>, konnte ihre Kohlenstoff-Quelle sein (NEUBAUER 1874).

Auch nachdem eine Hypothese weitgehend **anerkannt** ist, werden **weitere Bestätigungen** gern entgegengenommen. Oft kamen verschiedene Messungen zusammen, um sich zu einem Gesamtbild zu fügen. Im Jahre 1929 hat der Amsterdamer Physiker CLAY die kosmische Strahlung sowohl in Holland wie auf Java gemessen. Wegen der unterschiedlichen Polnähe der zwei Meßorte bestand eine Differenz des Magnetfeldes und wie erwartet gab es wegen der Ablenkung der Strahlung durch das Magnetfeld Unterschiede in der Stärke der kosmischen Strahlung in verschiedenen Breiten (H. PLEIJEL 1937).

Auch ein scheinbar eine Hypothese beweisendes Experiment kann in anderem Zusammenhang wieder anders zu sehen sein. Der Edinburgher Geologe JAMES HUTTON hatte angenommen, daß am Meeresboden Hitze herrscht und dort Gesteine unter deren Einfluß gebildet werden. Es wurde eingewandt, daß **Marmor**, der sich nach HUTTONs Auffassung auch am Meeresboden bilden sollte, durch Hitze zersetzt wird. HALL hat dann in einem Eisenwerk nachgewiesen, daß Marmor sich jedoch unter Druck auch in Hitze nicht zersetzt. Am Meeresboden sollte hoher Druck herrschen, also sollte dort Marmor beständig sein. Aber Marmor, so wurde später deutlich, hat sich unter anderen Bedingungen als am Meeresboden gebildet, aus Kalk unter Bedingungen der Gesteinsmetamorphose in größerer Erdtiefe. HALL hatte allerdings doch zur Kenntnis über den Marmor beigetragen.

Gerade bei **komplexeren Zusammenhängen** in der Natur beweist oft ein einzelner Sachverhalt wenig, es wird aber eine Reihe sich ergänzender Phänomene zugunsten einer bestimmten Hypothese benutzt. Für die Inlandeisvergletscherung der nordeuropäischen Tiefebene entgegen der LYELLSchen Drifttheorie von Felsblöcke transportierenden Eisbergen sprachen nach A. PENCK (1879) sowohl die dänischen Beobachtungen über Eisbewegung in Grönland, die nicht ausreichende Transportmöglichkeit von Gesteinsblöcken auf Eisschollen, die nicht erklärte Aufnahme der Geschiebe durch die Eisschollen und anderes. Es war in der Geologie eine wohl weithin verbreitete Ansicht, wie sie AMUND HELLAND 1879 (S. 106) auch in

Rücksicht auf die Glazialphänomene ausdrückte: "Diejenige Theorie ist die beste, welche die grösste Anzahl von Beobachtungen für sich zu sammeln vermag."

Mit einzelnen Fakten konnte man scheinbar beweisen, so, daß im Winter in Mitteleuropa fehlende Vögel am schlammigen Grund von Gewässern überwintern, denn es mochte schon sein, daß der Kadaver einer im Sommer ertrunkenen Schwalbe aus konservierendem Teichschlamm gezogen wurde und so erörtert werden konnte, daß Schwalben im Winter nicht etwa nach Afrika ziehen, sondern in Schlamm überwintern.

### **Tatsachen gesucht auf Grund von Theorien oder Hypothesen**

Die nach Beobachtung von Unregelmäßigkeiten in der Bahn des Planeten Uranus vorausgesagte Existenz des **Planeten Neptun** wurde 1846 durch dessen Beobachtung gesichert, was als ein Triumph der NEWTONschen Mechanik gefeiert wurde, fast als noch ein 'experimentem crucis' dafür, nur, daß die NEWTONsche Mechanik schon anerkannt war und diese Entdeckung nur ein weiterer Beleg zu vorangegangenen bildete. Aber das Sichtbarwerden des Planeten Neptun war eine **gesuchte und nun bestätigte Tatsache**. Gab es in der **Fossilüberlieferung Lücken**, dann erschien das auf Grund der anzunehmenden allmählichen Evolution als noch fehlende, aber zu suchende Organismenreste, also aus dem 'Tatsachenfehlen', der '**negativen Evidenz**' (O. RIEPPEL 1983, S. 169), war kein sicherer Schluß auf ein wirkliches Fehlen zu ziehen.

### **Das "Konvergenzprinzip" bei der Bestätigung von Hypothesen**

Ein besonders überzeugender Beweis für die Richtigkeit einer Hypothese oder Annahme wurde unter anderem darin gesehen, wenn verschiedene Forscher, vielleicht gar **mit unterschiedlichen Forschungsmethoden**, ein **gleiches Ergebnis** erzielten (R. ROBINSON 1955, G. G. SIMPSON 1963), gar gleichartige oder wenigstens sehr angenäherte Zahlenwerte für ein Phänomen.

Etwa die **Lichtgeschwindigkeit** bestimmte 1676 der damals bei CASSINI in Paris tätige Däne OLE CHRISTENSEN RÖMER mit einer "astronomischen" Methode aus Ungleichheiten im Umlauf der Jupitermonde, die mit ihrer unterschiedliche Entfernung von der Erde und damit einem unterschiedlich langen Weg für das Licht zusammenhing" (Z. KOPAL 19). ARMAND-

HIPPOLYTE-LOUIS FIZEAU hat 1849 die Lichtgeschwindigkeit auch mit einer "terrestrischen" Methode bestimmt (J. B. GOUGH 19), was der mit ihm befreundete JEAN BERNARD LÉON FOUCAULT (H. L. BURSTYN 19) durch eine eigene Methode präziserte und nochmals präzisiert 1870 durch ALFRED CORNU. Daß sich die Werte einander annäherten sprach für die Richtigkeit der Überlegungen.

Die Zusammensetzung auch komplizierter **chemischer organischer Substanzen** wurde nicht mehr nur durch Analysen bestimmt, sondern auch durch Synthesen bestätigt und im 20. Jh. vielfach durch die **Röntgenstrukturanalyse** ergänzt (R. ROBINSON 1955), ja bestätigt. Von verschiedensten biologischen Disziplinen her und auch ohne Widerspruch zur Erdgeschichtsforschung erschien die **Evolutionstheorie** als begründete Auffassung, konsistent mit allen Beobachtungen (G. G. SIMPSON 1963). Die **MENDELschen Vererbungs-Gesetze** (oder Regeln) über die Weitergabe von Merkmalen wurden nach ihrer Wiederentdeckung um 1900 durch CORRENS, DE VRIES und auch TSCHERMAK von verschiedensten Forschern bestätigt und wurden Abweichungen erklärt. Die mit verschiedenen Methoden **radioaktiver Altersbestimmung** von Mineralien gefundenen Werte ergänzten sich und damit durfte die Richtigkeit der Forschungsmethode anerkannt werden. Die **Abfolge der Eiszeiten** und Warmzeiten im Pleistozän ist nicht nur aus dem Aufeinanderlagern festländischer Ablagerungen mit der vielfachen Zerstörung der Hinterlassenschaften älterer Eisvorstöße ablesbar, sondern auch aus Tiefsee-Sedimenten, von denen zuerst SCHOTT Bohrkerne auf der deutschen "Meteor"-Expedition im Atlantik 1925 bis 1927 gewann. Wiedererwärmung zeigte die steigende Häufigkeit der planktischen Foraminifere *Globorotalia menardii* an (D. B. ERICSON et al. 1968). Diese Zunahme gab es ebenso in älteren Sedimenten und kennzeichnete auch dort die Wiedererwärmung nach Eiszeiten. Der an der Entwicklung der ersten Atombombe in Alamogordo führend beteiligte VICTOR WEISSKOPF (1991, S. 229) berichtet über den "tiefen Eindruck", als in den 50er Jahren des 20. Jh. die westlichen und die sowjetischen **Atomforscher** einige ihrer Ergebnisse einander mitteilen durften und sich bei beiden "die gleichen Messungen, die gleichen Kurven, die identischen Zahlenwerte" fanden. Es war beeindruckend, obwohl, wie WEISSKOPF schrieb, das "nicht" hätte "weiter verwundern" sollen, aber "Wir hatten am praktischen Beispiel demonstriert bekommen, daß der supranationale Charakter der Naturwissenschaft über alle nationalen und ideologischen Unterschiede hinausreicht", also die Naturwissenschaftler mit objektive

Erkenntnisse gewinnenden Methoden forschen. Das sollten jene bedenken, die in möglichst allen wissenschaftlichen Aussagen nur ein austauschbares "soziales Konstrukt" sehen wollen.

### **Höhere Hypothesen-Akzeptierung bei gegebener Erklärung**

Umstritten waren etwa Evolution der Organismen oder auch die Kontinentalverschiebung. Etwa bei der Diskussion um die Kontinentalverschiebung bot eine Erleichterung die Erklärung durch die wahrscheinliche Unterströmung an der Grenze von Kontinent und Erdkern (H. G. WUNDERLICH 1962).

### **"Blindversuche"**

Als 'Blindversuche' werden Experimente bezeichnet, bei denen ein wirksam betrachtetes **Agens durch andere Faktoren ersetzt** wird, um die vielleicht alleinige Wirksamkeit des erforschten Faktors sicherzustellen.

Nachdem SPALLANZANI (1786) untersucht hatte, wie Froscheier durch die Samenflüssigkeit von Froschmännchen befruchtet werden, untersuchte er, ob andere Flüssigkeiten, so Blut, Galle, Zitronensaft und anderes, wirkungslos sind und also wirklich die Samenflüssigkeit und nicht nur Flüssigkeit schlechthin das Ei zur Entwicklung anregt.

### **Alltagserfahrungen als zweifelhaftes Mittel der Hypothesenverifizierung - "Die Praxis als Kriterium der 'Wahrheit' "**

Erfahrungen aus der Praxis dienen manchem als Beweis für eine Hypothese, ja es gab bei den Kommunisten gar den ENGELS-Satz von der "Praxis als Kriterium der Wahrheit". Gewiß, wenn Dinge funktionieren, dann muß irgendetwas dahinterstehen. Experimentelle Überprüfungen mochten dann hintenanstehen. Für **Vorgänge der Praxis** gibt es wohl **nirgends eine völlige Erklärung** und es **funktioniert doch**.

### **Empirie - Funktionieren von Vorgängen aus Erfahrung**

Auch ohne später bestätigte Theorie funktionierte in der Produktion vieles dennoch, was nicht heißt, das gar keine Theorie bestand, aber eine



selbstgebastelte. **Sauerkraut** wurde hergestellt noch lange bevor etwas von Milchsäurebakterien geahnt wurde. Ebenso funktionierte das **Räuchern** von Fleisch im Rauchfang ohne Kenntnis von Mikroben. **Eisen** und dann auch **Stahl** wurden auch in brauchbarer Qualität hergestellt bevor die chemischen Vorgänge, die mit Reduktion und Kohlenstoffgehalt, bekannt waren. Man wußte, ab dem 15. Jh., wie durch 'Frischen', also durch Luftzufuhr, aus dem nur gießbaren Roheisen der schmiedbare Stahl erzeugt werden konnte. Die chemischen Kenntnisse hierfür fehlten auch noch, als etwa im weit angewandten 'Puddle'-Verfahren im späten 18. Jh. mehr brauchbarer Stahl (u. a. R. FREMDLING 1983, S. 200) gewonnen wurde, wenn auch noch mengenbegrenzt. Die **Ausbeute in den Hochöfen** war nicht gleichmäßig und **sollte im Winter besser** sein als im Sommer. So kam es zu der verbreiteten Vorstellung, daß eingeblasene **kalte Luft** bessere Schmelzergebnisse hervorbringt. Der in Glasgow in Abendkursen in Mathematik, Physik und Chemie gebildete J. B. NEILSON wurde 1824 von einem Hüttenbesitzer gefragt, ob der im Sommer vielleicht höhere Schwefelgehalt der Luft schuld ist und ob man mit dem in der Leuchtgaserzeugung erfolgenden Filtern der Kohlegase weiterkommt. NEILSON experimentierte über den Feuchtigkeitsgehalt der Luft und anderes. Im Gaswerk in Glasgow fand NEILSON, wahrscheinlich 1826, daß bei Zufuhr "erwärmter Luft die Helligkeit des Gaslichtes stieg" und aus dem Blasebalg in Schmiedefeuer geblasene Luft hatte ebenso einen das Feuer stimulierenden Effekt (A. PAULINYI 1983, S. 3). Das führte sowohl bei Kokshochöfen wie dann bei vielen der auf dem Kontinent noch bestehenden Holzkohle-Hochöfen, daß **vorgewärmte** statt kalter **Luft** in die Hochöfen eingeblasen wurde und die **Produktivität** beachtlich **stieg** - ein Erfolg von Empirie eines aber in Physik und Chemie nicht Unwissenden und alles verbunden mit orientierenden Experimenten. Die richtige Chemie für den Hochofen kam mit BUNSEN. Der in Wien tätige, aus Buda stammende Arzt IGNAZ SEMMELWEIS (TH. BÜHRKE 2012) erkannte, 1847/1848, daß die nach Leichensektionen noch nicht sauberen Hände der an Schwangeren sich betätigenden Ärzte das oft tödliche **Kinderbettfieber** bei den Frauen auslösen, ohne jede Kenntnis von Mikroben. Die reine Empirie, die nicht die Ursache erkannte, hat sicherlich zu der Ablehnung von SEMMELWEIS beigetragen.

Mit **Teilergebnissen**, mit unvollständigen Kenntnissen, noch zu ändernden Hypothesen wurden **ganze Industrien** geschaffen. Bereits mit den chemischen Formeln wie sie KEKULÉ und Zeitgenossen schufen, noch fern der Quantenchemie, wurden neue chemische Verbindungen prognostiziert und

funktionierende chemische Verfahren entworfen. Der französische Chemiker MARCELLIN BERTHELOT (dtsch. 1877), dem es gelang, organische chemische Verbindungen durch Synthese zu erzeugen, 1862 sogar aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff etwas Acetylen, betonte, daß solche Synthesen möglich wurden, geht der Kenntnis der Vorgänge auf tieferer Ebene oft voran. Der einmal führende französische Chemiker MARCELLIN BERTHELOT, hauptsächlicher Begründer der Synthese organischer Substanzen, wird einmal sagen (zit. 1877, S. 292): "... haben wir die organischen Substanzen herstellen können, ohne die Gesetze der intermolekularen Wirkungen im Grunde zu kennen. Wenn die einmal in Wirksamkeit gebrachten Kräfte nicht von selbst das begonnene Werk vollendeten, so würden wir sicherlich nicht im Stande sein, irgendeine natürliche Erscheinung künstlich hervorzubringen; denn keine Erscheinung ist vollkommen bekannt, da eine vollkommene Kenntnis einer jeden die vollkommene Kenntnis des Weltalls voraussetzen würde."

Chemiker haben erfolgreich mit ihrer Kenntnis der **Valenzstriche neue Substanzen** und Verfahren, vor allem in der organischen Chemie, erschlossen und konnten dabei- noch - auf die Kenntnis dessen verzichten, **was denn die Valenzen** sind, was sie zustandebringt, ohne Kenntnis der Elektronen (R. GOLDSCHMIDT 1961, S. 113). Der in Manchester für die **Kautschuk-Industrie** wirkende CARL OTTO WEBER verwies im Jahre 1900 darauf, daß man zwar eine hochentwickelte Industrie für Gummiwaren aufgebaut hat und dennoch über den chemischen Aufbau des Kautschuks trotz Kenntnis des aus ihm isolierbaren niedermolekularen Isopren nichts weiß; "Kautschuk ... das wichtigste Rohmaterial einer, allerdings nur in ihren mechanischen Hilfsmitteln und Methode, hochentwickelten Industrie ...." (C. O. WEBER 1900, S. 779). Durch Zufall war entdeckt worden, daß man durch Behandlung mit Schwefel zum Gummi kommt, mit der "... als chemische Reaktion schlecht definierten Vulcanisation, ..." (S. 784). ((s. a. D. BRAUN 2012, S 317)).

Die besten **Katalysatoren** für die großtechnischen Verfahren in der ersten Hälfte des 20. Jh. mußten durch Probieren, empirisch gesucht werden und der erfolgreiche Katalyse-Chemiker ALWIN MITTASCH (1926, S. 33) meinte: "auch ist eine ersprießliche Betätigung auf dem Gebiet der katalytischen Erfindertätigkeit nicht durchaus an eine volle Beherrschung der katalytischen Theorie gebunden."

WALTHER GERLACH erinnerte 1936 (S. 738) an die seinerzeitige Theorie der **Gasentladung**, wie sie in Lampen, Gleichrichtern, Röntgen- und Verstärkerröhren auftritt, "auf welche sich eine große Industrie aufbaute, ohne

daß ihre Theorie bis heute selbst in wesentlichen Punkten als endgültig zu betrachten ist." "In jeder Idee und Hypothese", sagte GERLACH vor der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte am 22. September 1936 in Dresden weiter, "kann der Keim einer neuen technischen Entwicklung liegen" und wer das zuerst begreift wird im technisch-industriellen Konkurrenzkampf möglicherweise siegen, wird vielleicht etwas erreichen, wenn in der neuen Idee "nur ein Körnchen Wahrheit darinsteckt. Wollte man warten, bis jeder Gedanke hieb-und stichfest, jede Hypothese zur gesicherten Theorie, jede Theorie zu einer anschaulichen Begriffsbildung ausgebaut ist, so wäre ein anderer längst zuvorgekommen." Im Bereich der **Lebewesen** konnte man im 18. Jh. schon Fische erfolgreich **künstlich befruchten** durch Verrühren von Keimmaterial von männlichen und weiblichen Tieren in wassergefüllten Gefäßen ohne jede Kenntnis von Zellen. In der **Genetik** wurde auch als mehr und Komplizierteres schon anvisiert oder gar bekannt war, **mit der Annahme von einzelnen wirkenden Genen** (R. GOLDSCHMIDT 1961, S. 113), mit dem einfachen Mendel-Schema, und noch ohne Gedanken über Modifikatorgene und den Positionseffekt, und manches erreicht, etwa von mit Kreuzungen arbeitenden Pflanzenzüchtern. Es wurde dann gegen die Erweiterungen in der Genetik auch der Einwand gemacht, "daß die klassische Theorie der Genetik so viel genützt und für so viele Tatsachen eine Erklärung gebracht habe, daß keine Grund bestände, sie aufzugeben" (S. 112). Wie eben der sich allein auf die 'Valenzstriche' berufende Chemiker (S. 113).

Die **Atombombe** explodierte am 16. Juli 1945 etwa 100 m von der Kleinstadt Alamogordo entfernt in der Wüste erfolgreich, **bevor alle Dinge** dazu **bekannt** waren, und die späteren Abwürfe schlugen schreckliche Leiden.

**Wie weit kann Alltagserfahrungen vertraut werden?** DARWIN las sehr viel Züchterliteratur und entwickelte aus dem dort Mitgeteilten nicht nur Hypothesen, sondern glaubte aus den Züchtererfahrungen seine Abstammungsauffassung beweisen zu können. Diese Benutzung nicht unbedingt gesicherter Angaben wurde spöttisch auch als "**anekdotische Methode**" bezeichnet. Angebliche Beweise für die angebliche Richtigkeit der "Vererbung erworbener Eigenschaften" entstammte ebenfalls vermeintlichen, aber nicht überprüften Erfahrungen, so wenn HAECKEL auf Grund von Mitteilungen eines Kollegen von der Agrarwissenschaft angab, daß einem Stier in der Nähe von Jena ein zuschlagendes Scheunentor den Schwanz abquetschte und dieser hinfort nur schwanzlose Kälber zeugte. Im Jahre 1863 warf LIEBIG dem längst

verstorbenen Philosophen FRANCIS BACON vor, auf Schreibtischüberlegungen aufgebaut und deshalb keine wirkliche Entdeckung vollbracht zu haben und LIEBIG war sich (S. 47) eigenen Mißerfolgen in der Anwendung von Düngern etwa auf Grund allzu starker Benutzung von Alltagsüberlegungen klar: "Die Wissenschaft streift die Täuschung ab, welche im Leben die Wahrnehmungen der Sinne beherrscht und die Meinungen bestimmt."

Auch die **Medizin** war voll von Fallbeschreibungen, für, gegen oder auch ohne Beziehung zu einer Hypothese. HENLE erwähnte das für die Auffassungen über die "Hundswut", die "Tollwut", wenn er 1846 (1846 / 1910, S. 86) schrieb: "Es ist ein Übelstand, der die theoretische Betrachtung über unseren Gegenstand so schwierig macht, daß nämlich so wenige Beobachtungen so angestellt und erzählt sind, daß sie mit Zuversicht benützt werden könnten. Es gibt in dem ganzen Gebiet kaum eine Behauptung, die nicht auf Erfahrungen gegründet und wieder durch Erfahrungen widerlegt wäre. Unter diesen Umständen wird man der Theorie raten zu warten, bis die Erfahrungen reifer sind; aber ich glaube vielmehr, daß die Erfahrungen um zu reifen, des Lichtes einer vernünftigen Theorie bedürfen." Es wurde erfolgreich **geeimpft** etwa gegen die Pocken, denn die **Geimpften** erkrankten ja tatsächlich im allgemeinen nicht, und später auch gegen andere Infektionskrankheiten, ohne Kenntnis, was sich immunologisch da abspielt.

Die für die Praxis vielfach ausreichende **Teilerkenntnis** von Dingen und Vorgängen läßt darüber nachdenken, wie weit man **in der Bildung**, in der Ausbildung, von Medizinern, Ingenieuren, auch Forschern, im einzelnen gehen muß. Ab welcher ausbleibenden oder unmöglichen Vertiefung ist der gern gebrachte Vorwurf der 'Halbbildung' angebracht? Ab wann muß man einen Studierenden exmatrikulieren? Gibt es da also einen Unterschied zwischen 'Bachelor' und 'Master', der den Bachelor auch als brauchbar erscheinen läßt? Was muß der Abiturient kennen und können? Bis in alle Tiefen einer Spezialdisziplin, in alle neuesten Diskussionen, dringt meistens nur noch der Spezialist! Was ist für das 'breite' Publikum geeignet. **Ist 'Halbbildung' wirklich schlimmer als 'Unbildung'**? Die viel gescholtene "Halbbildung" nannte BRUNO H. BÜRCEL zu Recht immer noch besser als gar keine Bildung. Wie viele am Himmelsgeschehen sich erfreuende Menschen hat BÜRCEL begeistert, die sicherlich nicht mathematisch einen Kometendurchgang berechnen konnten! All die Volkssternwarten, in denen

durchaus auch neue Kometen zuerst gesichtet wurden. Oder die beruflich ganz anders gebundenen Frauen und Männer, die in der mykologischen Fachgruppe durch ihre Artenkenntnis auch dem Biologen Bewunderung abnötigen und die nicht die neuen molekulargenetischen Erkenntnisse über Pilze bereichern können.

### **Pragmatismus**

In einer eigenen Richtung der Philosophie, dem **Pragmatismus** des US-amerikanischen Philosophen und Psychologen WILLIAM JAMES, wird gefordert, daß es nicht "um Erzeugung von Wahrheit geht", sondern lediglich "um den Prozeß der Bestätigung von Annahmen durch deren praktische Folgen" (F. FELLMANN 1995). Erfolgreiche praktische Tätigkeit setzt nicht die volle Erkenntnis der Wirklichkeit voraus und auch die frühgeschichtlichen Menschen haben ohne Chemie und Biologie Nahrung und Metalle besessen.

### **Hochstimmung für viel getragene Wissenschaft**

Evolutionsbiologen und **Erdgeschichtsforscher**, also Geologen, mögen von ihren Wissenschaften oft deshalb so begeistert sein, weil sie ein Zusammenbringen von Erkenntnissen aus den verschiedensten Fachbereichen verlangen. Warum 'blühten' die Saurier und starben wieder aus? Wieviel über die Umwelt in ihrer Lebenszeit, über das Klima, über die anderen Lebewesen, über möglichen kosmische Ereignisse muß dafür beachtet werden. Deswegen nimmt auch die Diskussion kein Ende, und muß es auch nicht. Oder was war Grund für das Aufblühen höherer Meeresorganismen im Kambrium?

### **Allgemeine Kriterien, nach denen die Akzeptierung eines Hypothese geschehen sollte**

Schon lange wurde nach Kriterien gesucht, die erlauben oder wenigstens erleichtern sollten, sich bei der Wahl zwischen zwei oder mehr Hypothesen für eine zu entscheiden. Das waren "Propositionen", metawissenschaftliche Kriterien, da sie die "Handhabung theoretischer Alternativen" normieren, "nicht aber zum Argumentationspotential einer der in Rede stehenden Theorien selber gehört" (E. STRÖKER 1982, S. 256). Als solche Kriterien und Prinzipien wurden genannt: **Fähigkeit zur Verallgemeinerung, Einfachheit, erklärende**

**Fähigkeit, innere Stimmigkeit - also Widerspruchsfreiheit, Vorhersage-Erfolg, Harmonie mit empirischen Erfahrungen, Fähigkeit zur Entdeckung neuer Dinge (Fruchtbarkeit einer Hypothese), Hilfe bei praktischen Anwendungen, Ästhetik, Kühnheit der Konzeption, selbst Originalität.**

Das Kriterium der Originalität, als Wert in sich wie bei einem Kunstwerk betrachtet, mochte etwa für GOETHEs Farben"lehre" gelten und ist kaum ein Kriterium für "Wahrheit". Für religiöse Menschen, gemäß denen Gott eine "schöne" Welt schuf, mochte die "ästhetischere" Hypothese zu bevorzugen sein. Mit der Forderung, daß eine Hypothese mit der Heiligen Schrift oder, wie es in den kommunistischen Staaten des 20. Jh. gehandhabt wurde, mit "Klassikern des Marxismus" resp. der gerade sanktionierten Version davon übereinstimmen muß, wurde Hypothesenvielfalt unmöglich und wurden zahlreiche Hypothesen aus der Diskussion auszuklammern versucht. Vor unüberlegter Anwendung allgemeiner "Prinzipien" bei der Akzeptierung von Hypothesen wurde zu Recht auch gewarnt, so wenn der Biologe WILHELM ROUX 1897 (S. 252) schrieb: "Es muß unser Bestreben sein, das organische Geschehen nicht bloß auf denkbare, möglich erscheinende oder wahrscheinliche, auch nicht nur auf einfachste Ursachen, sondern auf seine wirklichen Ursachen zurückzuführen".

### **Besserer Erklärungswert einer Hypothese gegenüber anderen**

Daß eine bestimmte Hypothese sich vor einer anderen dadurch auszeichnet, daß sie einen Sachverhalt besser erklärt, ist oft subjektiv, wie ebenso die größere Einfachheit vielfach kein objektiv faßbares Kriterium war. Bessere Erklärung ist objektiver, wenn gewisse Sachverhalte überzeugender erklärt werden - falls man das anerkennt.

Im 17. und 18. Jh. gab es zwei Hypothesen - oder Theorien - die **Embryonalentwicklung** namentlich der Tiere und damit auch des Menschen zu erklären. Gemäß der **Epigenesis**-Theorie war der Keim zuerst eine strukturlose, also ungeformte, schleimige Masse, die dann die Form des Organismus ausbildete. Offen blieb die Frage, was, welche "Kräfte" die Strukturbildung zustandebringen, so noch dazu, daß die Nachkommen den Eltern weitgehend gleichen. Gemäß der **Präformations**-Theorie waren die Keime "vorgebildet", präformiert, womöglich seit Anfang der Welt vorgebildet ineinandergeschachtelt. Embryonalentwicklung war dann Entfaltung und Vergrößerung des Keimes, so wie die im Herbst mit allen Blättern schon

angelegte Knospe eines mitteleuropäischen Baumes sich im Frühling beim ersten warmen Regen entfaltet. Bei der Präformationstheorie mußte nicht mit schwer deutbaren, die Strukturierung bedingenden "Kräften" gerechnet werden - Embryonalentwicklung war ein mechanisch verstehbarer Vorgang, eben "Entfaltung". Diese Erklärung kann der Grund gewesen sein, daß etliche bedeutende Forscher in der zweiten Hälfte des 18. Jh. weiterhin die Präformationstheorie verteidigten, als jüngere Gelehrte sie wegen neuentdeckter Phänomene, so der Regeneration und der Bastardisierung, zu Recht aufgaben. L. SPALLANZANI meinte über die Präformierung des Keimes im Ei (1769, S. 120), "daß sey die beste Erklärung des wichtigen Werks der Zeugung in der Natur, ohne daß man seine Zuflucht zu jenen plastischen Kräften nehmen dürfte, welche als unnütze zu verwerfen wären, da man ohnehin nur dunkle Begriffe davon hätte." Die Keimesentwicklung blieb dem mechanistische Weltbild inbegriffen. Eine Rettung der Präformationstheorie war allerdings auf die Dauer nicht möglich.

### **"Plausibilität" als unzureichendes Kriterium der Hypothesen-Ablehnung und der Hypothesen-Akzeptierung**

Manchmal wurden Hypothesen abgelehnt oder wenigstens bezweifelt, weil sie **nicht "denkmöglich"** schienen. Aber die begrenzten menschlichen Erfahrungsmöglichkeiten ließen völlig offen, ab wann etwas nicht mehr sein kann. "Es gibt mehr Dinge zwischen Himmel und Erde, als Eure Schulweisheit sich träumen läßt", warnte SHAKESPEAREs Hamlet die Zweifler, in einer Zeit, da man ständig Neues fand und auf weiteres Unerwartete gefaßt sein mußte. Konnte dann, muß man heute fragen, nicht auch Hexerei möglich sein? Der gegenüber der Religion skeptische Chemiker BUNSEN meinte zur Fortdauer des Menschen nach dem Tode einmal mehr spöttisch immerhin: "Aber wer weiß! Es gibt in der Natur so viel tolles Zeug, daß am Ende auch dies möglich wäre" (zitiert aus: J. HALLER 19, S. 114).

Ernsthaft wurde mit dem Argument der Denkmöglichkeit etwa gegen die Chromosomentheorie der Vererbung mit der Annahme der linearen Anordnung von Tausenden von **Erbfaktoren** ("Gene") **auf den Chromosomen** vorgebracht, von THOMAS HUNT MORGAN, der dann die Chromosomentheorie der Vererbung ausbaute. argumentiert. Bezweifelt wurde auch einmal die Desoxyribonukleinsäure als Vererbungssubstanz zunächst auch

bezweifelt, weil die Tetranukleotidhypothese, die Zurückführung aller Vererbung auf 4 Basen, zu einfach erschien. Sir HAROLD HARTLEY nannte einmal "Lavoisier's fallacy" die Annahme, daß Logik die Lücken zwischen chemischen Tatbeständen füllen könnte (N. W. PIRIE 1990).

Auch die Soziologen und Historiker mußten sich zu der Erkenntnis durchringen, daß es eine "**Dualität von Sinnadäquanz und Kausaladäquanz**" gibt, es also nicht genügt, "daß eine bestimmte Beziehung dem Geist einleuchtet", es muß auch ihre Wahrheit erwiesen werden (R. ARON 1985, S. 61). So gäbe es eine Mehrzahl von Motiven, die für die Zustimmung vieler Deutscher zu den Nationalsozialisten 1933 als "sinn"möglich erscheinen, von der Arbeitslosigkeit bis zu Rachedgedanken wegen Kriegs- und Vermögensverlust. Notwendig für die Geschichtsforschung wäre die Ermittlung der realen Ursachen, weil nur daraus Schlußfolgerungen für vergleichbaren politischen Situationen gezogen werden können.

Auch für Phänomene der Natur muß eine einleuchtende Erklärung auf der Grundlage der bekannten Naturgesetze und Theorien nicht die richtige sein. Der Physiker Sir AMBROSE FLEMING (zit. 1939, S. 102) hörte einmal MAXWELL sagen: "Because we can imagine a mechanism which can achieve some result we find in Nature, it does not in the least follow that it is done in that way."

### **Das Ausschließungsprinzip**

Manche Hypothese wurde offensichtlich akzeptiert und das auch zugegeben, weil es für den von ihr erklärten Sachverhalt **keine** überzeugende alternative Erklärung gab. Überhaupt eine Erklärung für einen Sachverhalt zu haben erschien vielen annehmbarer zu sein, als alles offen zu lassen, einen "weißer Fleck" zuzugeben. Das Verhalten erinnert an die Zeichner geographischer Karten zu Zeiten, als das Innere der meisten Kontinente noch unerschlossen war und selbst Brasilien nur etwa auf dem Amazonas durchquert war. Anstatt nun das unbekannte Innere der Ländermassen weiß zu lassen, wurden in sie Bildchen von dort vom Hörensagen her bekannten oder nur vermuteten Lebewesen, Völkern, ja selbst Landformen eingezeichnet. So war für Afrika des Ursprung des Nils in einem sagenhaften "Mondgebirge" eingetragen, wobei vage Kenntnisse über innerafrikanische hohe Berge auch nach dem Mittelmeerraum gedrungen sein werden. Wenigstens für Nichtgeographen



schien so wesentlich mehr bekannt zu sein, als tatsächlich der Fall war. NIETZSCHE schrieb einmal, daß die Zerstörung einer Illusion noch keine Wahrheit ergibt, sondern nur unsere Öde vergrößert. Wer wollte "Öde"?

In der ersten Hälfte des 19. Jh. von vielen Forschern akzeptiert, daß Lebewesen nicht nur aus Eiern, sondern ebenso aus **Urzeugung**, Generatio aequivoca, aus nichtlebender Materie entstehen können, weil damit gewisse Sachverhalte erklärt schienen. So erschienen an manchem, etwa von einer Katastrophe heimgesuchten Ort plötzlich massenweise bestimmte Pflanzenarten. Aus Samen in der Erde oder Samenanflug war das angeblich nicht zu erklären. Die **Ausbreitungsfähigkeiten** von Pflanzen und Tieren, das war die falsche Prämisse, wurden **enorm unterschätzt**. Etwa nach dem Brande von London 1666 sollen auf den Trümmern massenhaft die gelbblühende, nun als *Erysimum cheiranthoides* zu identifizierende Pflanze aufgetreten sein. Das ist sehr glaubhaft, denn diese Pflanze erschien im 20. Jahrhundert auf den Trümmern der im Zweiten Weltkrieg zerbombten deutschen Städte, so in Dresden und überzog den Schrecken wenigstens im Sommer mit einem leuchtenden Gelb. Auch bei neu im Binnenland fern einer Meeresküste erschlossenen Salzquellen erscheinen bald Salzpflanzen. Mit Urzeugung, spontaner Neuerzeugung wurde auch erklärt, daß zu verschiedensten Zeiten in der Erdgeschichte neue Formen von Lebewesen in Existenz traten. LAMARCKs Deszendenztheorie schien unter anderem wegen des angeblichen Fehlens von Zwischenformen in der Fossilüberlieferung vielen noch unwahrscheinlicher als die ständige Urzeugung von neuen Arten. CHARLES DARWIN bot mit seiner Evolutionstheorie 1859 dann die viel plausiblere Alternative, um die Entstehung der Organismen zu erklären, Ihr gegenüber wurde auch argumentiert, daß es eine bessere Theorie für die Organismenherkunft nicht gibt, also andere Hypothesen auszuschließen waren. Als eine unersetzbare Hypothese ohne Alternative innerhalb der Evolutionstheorie erschien manchem Evolutionsbiologen die "Vererbung erworbener Eigenschaften", wonach ein Lebewesen während eines Lebens ganz neue Eigenschaften annehmen kann und diese an die Nachkommen vererbt. AUGUST WEISMANN jedoch hat ab 1883 begründet, daß es diese "Vererbung erworbener Eigenschaften" offensichtlich nicht gibt und nicht geben kann. Mit dem Argument ihrer Unersetzlichkeit wurde aber die "Vererbung erworbener Eigenschaften" noch manches Mal verteidigt, auch, wenn sie direkt nicht nachweisbar war. Ebenso wurde die Selektionstheorie von manchen Biologen als alternativlos bezeichnet.

Ob zu einer Hypothese, zu einer Idee, eine überzeugende Alternative besteht, ist zu einer bestimmten Zeit von den in den zeitgenössischen Hypothesen befangenen Forschern wohl meistens schwer auszumachen. Das Ausschließungsprinzip ausdrücklich abgelehnt hat etwa der seit 1953 in Frankfurt am Main wirkende Geologieprofessor KARL KREJCI-GRAF (1950, S. 117) in seiner Polemik gegen die orogentischen Anschauungen von HANS STILLE, wenn er schreibt: "Dieses "bis zum Beweis des Gegenteils" ist keine zulässige wissenschaftliche Arbeitshypothese. Es wäre zu bequem, die Last des Beweises oder der Widerlegung anderen zuzuschreiben. Solange eine Beobachtung nicht eindeutig ist, kann sie weder pro noch kontra angeführt werden." Wobei STILLE unter vielen Geologen dennoch weithin anerkannt blieb.

Es gab jedoch auch scharfe Kritik an bestehenden Auffassungen, ohne, daß an deren Stelle eine überzeugende neue Hypothese gesetzt wurde, also wieder offenes Land geschaffen wurde. Im wesentlichen **rein kritisch** ist ROBERT BOYLES Schrift "Der Skeptische Chemiker" ("Sceptical Chymist") von 1661 (s. 1929). BOYLE bezweifelt die bisherigen Vorstellungen von Elementen, von "Prinzipien" der Materie, aber Neues setzt er an ihre Stelle nicht. BOYLES für die Begründung der wissenschaftlichen Chemie durchaus bedeutende Arbeit wurde, wie er selbst meinte, geschrieben von "einem Skeptiker" (Ausgabe 1929, S. 91), der es nicht so sehr als seine "Aufgabe" ansieht, "Behauptungen aufzustellen, als Zweifel zu erregen." Und die Chemie hatte es durchaus nötig, über Zweifel zu abgesicherten Ergebnissen zu kommen.

### **Ausgangshypothesen als bestimmend für die weitere Hypothesen-Bildung in einem Fachgebiet**

Wurde in einem Forschungsgebiet eine bestimmte Hypothese oder Theorie erst einmal akzeptiert, konnte sie auch die Anerkennung weiterer, ergänzender Hypothesen beeinflussen oder gar bestimmen, wurde die Ausgangshypothese oft für lange maßgebend. Der Historiker J. G. DROYSEN meinte einmal, daß die erste historische Zusammenfassung, in der ein Ereignis oder eine Persönlichkeit in die Geschichte eingeht, in der Regel die weitere Überlieferung beherrscht. Die vorgeschichtliche Siedlungsforschung in Deutschland wurde für Jahrzehnte von der "Steppenheide-Theorie" des Geographen ROBERT GRADMANN (s. z.

B. 1910) geprägt, nach der der Wald galt GRADMANN als siedlungsfeindlich galt und die Siedlung ausschließlich in schütter bewaldeten Gebieten begann. Die Erforschung der nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte stand im Banne der Hypothese von BLYTT über bestimmte Stadien der Wiederbewaldung, und die Moorforscher versuchten zuerst mit dieser Hypothese die Befunde zu deuten (C. A. WEBER 1910). Der führende deutsche Moorforscher C. A. WEBER meinte einmal (1910, S. 153): "Ich kann mir die Bemerkung nicht versagen, daß die imposante Kühnheit der BLYTTschen Hypothese, man mag über ihre Begründung denken, wie man wolle, voraussichtlich noch lange zumal auf jüngere Forscher ihren Zauber ausüben wird. Ich selber stand beim Beginne meiner Forschertätigkeit in ihrem Banne und habe mich nur dem Druck der Tatsachen folgend von ihr zu lösen vermocht." Eher entgegen dieser Fußnote mit der Bemerkung über den "Bann" einer Hypothese meinte WEBER ebendort (S. 153): "Das deduktive Verfahren, wobei man bemüht ist, ein vorher aufgestelltes mehr oder minder hypothetisches System des Klimas in dem Aufbau und den sonstigen Eigentümlichkeiten der Moore wiederzuerkennen, verleiht fraglos für manchen der Moorforschung Reiz und Anregung und bezeugt dadurch seine Berechtigung für den, den Veranlagung und Neigung auf diesen Weg weisen."

### **Subjektive Faktoren bei der Überprüfung und Akzeptierung von Hypothesen**

Bei der Suche nach Bestätigung einer Hypothese kann der Wunsch der Urheber der Ergebnisse ein, **wird gefunden, was gesucht** wurde (F. KRAFFT 1991) - etwa die erwarteten Mikroben für eine Krankheit oder die Gene für ein Merkmal. Bestand ein Forscher zu stark auf einer Ansicht, die er herbeiwünschte und wies Kritik ab, dann konnte ihm später "Fälschung", bewußte Verdrehung der Dinge vorgeworfen werden. gab es Grenzfälle zwischen Bestehen auf einer Ansicht und Wissenschaftsbehinderung. Der Fälschung von Ergebnissen wurde der Biologe PAUL KAMMERER beschuldigt, wobei auch Assistenten solche Fälschung unterstellt wurde. Bei KAMMERER in Wien arbeitete auch eine Zeit lang ANNA MAHLER-WERFEL, die Umgang mit manchen bedeutenden Männern pflegte. Über ihre Tätigkeit bei KAMMERER berichtete sie (1963/1997, S. 54): "Ich führte Protokoll, und zwar sehr genau. Doch das war Kammerer nicht recht: ein ungenaues Protokoll mit einem positiven Ergebnis wäre ihm lieber gewesen. Ich

sage nicht, daß etwas Schwindelhaftes in ihm war; nein, er wünschte die Ergebnisse seiner Forschungen so glühend herbei, daß er unbewußt von der Wahrheit abweichen konnte."

Hypothesenakzeptierung oder Hypothesenablehnung kann auch wieder von Hypothesen, von "**Vorurteilen**" bestimmt sein, wie im 17. Jh. FRANCIS BACON erörterte. Unbewiesene Anschauungen, Leitbilder, **Archetypen des Denkens** sollen Wissenschaftler mehr oder weniger beherrschen können und dann ihre Auswahl unter den Hypothesen ihres Fachgebietes bestimmen. Solche Archetypen kommen eher von außen in ein Fachgebiet, als daß sie in ihm entstehen. Was noch einmal das Prinzip der Einfachheit betrifft, so meinte der Geologietheoretiker EUGENE WEGMANN (1958), daß eben manche von vornherein die Natur für einfach halten, aber andere gerade für sehr kompliziert und dann gerade den einfach wirkenden Erklärungen mißtrauen.

Von der inneren Einstellung etwa hing offensichtlich zumindestens auch ab, ob man im 19. Jh. anerkannte, daß die Fossilien in der Erdgeschichte eine "Höherentwicklung" aufweisen oder eine solche nur vorgetäuscht ist wegen der nach unten zunehmenden Lücken in der **Fossilüberlieferung**, wie LYELL und der Russe KUTORGA annahmen. Der Schweizer Zoologe und Paläontologe LUDWIG RÜTIMEYER sprach 1867 in seiner Rektoratsrede in Basel von den Schwierigkeiten für "Auge und Geist", die "Kontinuität der doch getrennt vor sie tretenden fossilen Lebensformen zu erkennen" (H. HÖLDER 1989, S. 190). Von der Evolutionstheorie überzeugte Biologen, ob DARWIN selbst oder der russische Paläontologe WLADIMIR KOWALEWSKY, sahen in der Fossilabfolge ungeachtet aller Lücken den durch die Deszendenz gegebenen Zusammenhang, gewissermaßen a priori aus ihrer Weltsicht.

Als wichtig erachtet wird auch die **Unbefangenheit** des Forschers gegenüber Autoritäten. Bei der Debatte um Hypothesen spielt mit die unterschiedliche Kritikfähigkeit der Forscher. Das Festhalten oder Lösen von einer Hypothese ist sicherlich auch mit mitbedingt durch **persönliche Emotionen**, auch durch Aussicht auf Karriere oder Verlust von Ansehen für jene, die eine Hypothese aufgeben mußten. Der Astronom H. KIENLE meinte 1943 in einer Beurteilung auch der Akzeptierung der Auffassung der COPERNICUS (S. 12): "Was dogmatische Erstarrung ist, die sich einer neuen Entwicklung entgegenstemmt, und was nur gesundes Festhalten an Gesichertem gegenüber allzu umstürzlerischen Wegräumen - das im richtigen Lichte zu sehen, ist meist der

überlegenen Rückschau späterer Generationen vorbehalten. Dadurch aber wird an der Grenze der Forschung fast immer zugleich eine Kampfszene menschlicher Leidenschaften entstehen, in der das Leben derer sich abspielt, die von den Nachfahren als Helden oder Märtyrer verehrt werden."

Als richtige Forderung bei der Überprüfung von Hypothesen durch einen Wissenschaftler wurde erhoben, daß er keinen **Informationsabweis** (H. MOHR 1982) zuläßt, das heißt alle dafür relevanten Fakten berücksichtigt werden, ob sie für oder gegen die überprüfte Hypothese zeugen, daß die verschiedenen Fakten richtig und vollständig dargestellt werden. Gerade in den Lebenswissenschaften, betonte N. BISCHOF (1993, S. 163) ist die Tiefe der Erkenntnis "von der Breite der Induktionsbasis" abhängig und nicht so wie in der Physik "von der Höhe des Abstraktionsniveaus". Es besteht die Forderung "**symmetrisch zu argumentieren**", das heißt, auch die Alternativen zu prüfen. Mancher von seiner Meinung überzeugte Forscher war dazu nicht in der Lage. Etwa HAECKEL war dazu nur schwer in der Lage, beleidigte eher manchen seiner Gegner. Man sollte, wie es H. MOHR 1982 formulierte, dem "**rationalen Dialog** unbeirrt folgen", das heißt Fragen nicht ausklammern, nicht vernebeln, sollte wissen, was sich ausschließt.

In Zeiten, in denen sich unerwartete Entdeckungen häufen, stieg wohl die subjektive Bereitschaft, dem bisherigen Naturbild abweichende Auffassungen bald zu akzeptieren. Jedenfalls wurde die so viele bisherige Ansichten umstürzende RUTHERFORD-SODDY-Theorie von der Elementenumwandlung bei der Aussendung von Alphastrahlen, ab 1902, rasch von vielen akzeptiert, was L. BADASH (1966) auf die aufgeweichte Situation nach so vielen Entdeckungen im Zusammenhang mit der Radioaktivität zurückführte. Beachtliche Gegner der neuen Theorie blieben damals immerhin so führende Forscher wie Lord KELVIN, HENRY E. ARMSTRONG und in Deutschland C. WINKLER.

### **Philosophische Ansichten als forschungsleitende Hypothesen und die Problematik der Ableitung von Wirklichkeit a priori**

Vielfach lassen und ließen sich Forscher bewußt oder - weil verinnerlicht - fast unbewußt, von Überzeugungen, Forschung lenkenden Prinzipien oder Konzepten (concepts) leiten, wenn sie Hypothesen aufstellten und zu bestätigen

suchten. Sie gingen aus von als **axiomatisch anzunehmenden Ansichten**, ja a priori-Kategorien. Es war die Rede von der "Brille", mit der von vornherein die Welt betrachtet und dann auch gesehen wurde, nicht immer in Übereinstimmung mit jenen, die eine solche Brille nicht trugen. Denn viele Wissenschaftler haben diese a priori-Ableitungen abgelehnt, auch wenn sie in einzelnen Fällen zu Auffassungen führten, die sich begründen, auch experimentell bestätigen ließen. So bemerkte der Anatom und Zellforscher A. KÖLLIKER (1867), daß er der Auffassung, daß die Zellen und auch ihre Bestandteile niemals von Neuem entstehen, sondern nur durch Teilung aus ihresgleichen zustandekommen, solange skeptisch, ja ablehnend gegenüberstand, als nur a priori auf Grund der Naturphilosophie behauptet wurde, daß die "organischen Elemente" sich in einer unterbrochenen "Erbfolge" befinden. Empirisch bestätigt, gab KÖLLIKER seine Skepsis dagegen auf. Im 20. Jahrhundert sollte der von den Kommunisten gestützte **dialektische Materialismus** in vielem nicht erlauben, Annahmen als richtig oder falsch einzuschätzen, sondern gab die anzunehmende Version vor.

### **Die Rolle herrschender Autoritäten für die Hypothesenakzeptierung**

Vielleicht wegen der auf Unterordnung ausgehenden psychologischen Struktur der Menschen, gewinnen manche Persönlichkeiten in der Gesellschaft wenigstens zeitweilig einen solchen Einfluß, daß ihnen dann nahezu bedingungslos gefolgt wird, wobei auch vom Einfluß des Charismas mancher Menschen gesprochen wird. "Scholastik" als Unterwerfung unter eine vorgegebene Meinung gab es nicht nur in der geistesgeschichtlichen Epoche der "Scholastik". Aber auch "Macht", so bei Mittel- und Stellenverteilung oder psychischer Druck bis zum Mobbing läßt wenigstens zeitweise "Päpste" in einem wissenschaftlichen Fachgebiet aufkommen. In den kommunistischen Staaten bis 1989 wurde die Übereinstimmung einer Hypothese mit dem Marxismus-Leninismus gefordert.

Daß auch modernere Wissenschaft von Autoritätenkult nicht frei ist, äußerte etwa deutsche Übersetzer des italienischen Naturforschers ANTONIO VALLISNERI (1739, S. 2), CHR. PH. BERGER, wenn er zu Bedenken gab: "Denn nichts ist gemeiner, als daß man zu jemand, von dem man weiß, daß er in einer Wissenschaft sich besonders hervorgethan, das Zutrauen hat, es werde seine Einsicht in andern eben so groß seyn." Wird eine wissenschaftliche Disziplin von wenigen oder gar einem Forscher dominiert, kann ihr Einfluß

jüngere Forscher mit anderer Ansicht trotz für sie günstiger Beweislage ausschalten. Als die entscheidende Leistung des viel gefeierten Biochemikers EMIL ABDERHALDEN galten die "**Abwehrenzime**", die aber außerhalb des deutschsprachigen Raumes nicht nachgewiesen werden konnten und heute überall als eine Täuschung gelten. Die Nichtreproduzierbarkeit der Befunde ABDERHALDENs durch MICHAELIS 1914 soll diesem die Karriere gekostet haben (J. LINDEMANN 1998). In der **Verhaltensforschung** (Ethologie) hat KONRAD LORENZ etliche Zeit mit seinen Ideen jedenfalls in Deutschland dominiert und von manchen wurde er anschließend fast nur abgewertet, was wiederum dem zweifellos ideenreichen LORENZ nicht gerecht wurde - aber es gibt eben manchmal so etwas wie einen "Befreiungsschlag" aus autoritärer Unterordnung - bis zum Denkmalssturz. Es soll dabei nicht verkannt werden, daß manche begabten, klugen Menschen öfter recht haben und öfter ein richtiges Urteil fällen als andere und ihre Meinung sollte wenigstens gehört werden. Schwierig ist die Grenze zu ziehen, ab wann den Autoritäten Skepsis und Kritik begegnen muß, so wie dem alternden Chirurgen SAUERBRUCH zuletzt im Namen des Lebens der Patienten das Operationsmesser aus der Hand genommen werden mußte, weil er nicht seine sinkende Leistungsfähigkeit wahrhaben wollte. LIEBIG etwa verteidigte lange seine Gärungshypothese, gemäß der eine Molekülanregung zur weiteren Molekülanregung und so zur Gärung führt und Mikroben, wie es PASTEUR nachgewiesen hatte, dabei keine Rolle spielen. Ein Nadelstich könne schließlich bei einer Weinbeere Gärung zustandebringen, wobei LIEBIG verkannte, daß auf der Nadelspitze sich Mikroben befinden konnten. Kreativität kann auch mit Einseitigkeit verbunden sein. In wessen Kopf niemals absurde, verrückte, ja strafwürdige Ideen geisterten hatte, der kam nicht auf weiterweisende Ideen. Nichtanerkennung einer Autorität sollte auf jeden Fall frei bleiben von juristischen und möglichst auch von persönlichen "Konsequenzen". Bei Übermacht von Autorität wird jede Diskussion und damit jede Weiterentwicklung in der Wissenschaft erstickt. Der Geologe und Paläontologe WILHELM VON BRANCA schrieb 1912 (S. 283), daß "niemand, der in seinen wissenschaftlichen Arbeiten und Urteilen von den Urteilen Vorgesetzter abhängig ist und sie nach dem Urteil modifizieren muß, wirklich ein Mann der Wissenschaft sein kann." Dasselbe gälte hinsichtlich Konzessionen gegenüber der Religion. Jahre oder Jahrzehnte nach ihrem Sturz wird eine überwundene Autorität wenigstens in der Wissenschaft wieder gelassener gesehen, in ihren Verdiensten wieder gewürdigt, so wie in der

politischen Rückschau in China die Sicht auf MAO TSE TUNG sich nach einer starken Abwertung wieder besserte.

Es gab Zeiten, in denen es so ungewöhnlich und unverstanden war, daß jemand eine eigene Ansicht aussprach und damit auf Akzeptanz hoffen durfte, daß die **Bezugnahme auf eine in den Hintergrund gerückte alte Autorität** die einzige Möglichkeit war, um auch etwa für eine Zeit Neues zu vertreten, und hier war Bezugnahme auf eine Autorität nicht einmal Unterwerfung unter herrschende Meinung. "In bestimmten historischen Konstellationen", schrieb KURT FLASCH (1989, S. 2), "ist die Reprise so groß wie das Original. Die Einsetzung eines Zitats kann folgenreicher sein als seine erste Konzeption". COPERNICUS hat sich eben deshalb immer wieder auf antike Autoren berufen, die schon seinerzeit das heliozentrische Weltbild vertreten hatten, die mit der Anerkennung des PTOLEMAIOS manchmal vergessen waren. Nunmehr mußten die hintenangestellten Astronomen der Antike ihm helfen, das heliozentrische Weltbild wieder diskutabel zu machen. Auch bei HARVEY gibt es immer wieder Bezugnahme auf antike Schriftsteller, die wenigstens in einzelnen Punkten mit ihm übereinstimmten, und so erschien ihm die Akzeptierung der Lehre vom Blutkreislaufs offenbar akzeptabler. Der originale Geist wird oft am wenigsten geachtet, solange er lebt. Die Dissidenten in den kommunistischen Staaten bis 1989 haben sich immer wieder auf Zitate von "Klassikern" berufen, die den damaligen Machthabern nicht genehm waren, aber die man auch nicht so verdammen konnte wie neue oppositionelle Gedanken, eben etwa ROSA LUXEMBURGs Bemerkung von der Freiheit als der Freiheit der Andersdenkenden.

### **Widerspruchsfreiheit zwischen den Hypothesen, innere Logik in der Wissenschaft**

Die verschiedenen wissenschaftlichen Aussagen, auch Hypothesen, sollten sich möglichst nicht widersprechen, und bei Widersprüchen war zu vermuten, daß wenigstens die eine Hypothese noch korrekturbedürftig war. Eine Hypothese (oder Theorie) erschien um so wahrscheinlicher, je mehr Fakten sie erklärte und umfaßte.

MACH sprach einmal von der "Doppelseitigkeit" der Anpassung der Gedanken (aus E. OESER 1979), nämlich



Anpassung der Gedanken an die  
**Erfahrung**

überprüft durch Experimente usw.

Anpassung der **Gedanken**  
**untereinander**

Wenn angenommen wurde, daß die Evolution der Organismen auf Grund der von DARWIN angenommenen Faktoren verlief, dann war ist recht lange Erdgeschichte vorauszusetzen und reichten nicht jene 18 bis 30 Millionen Jahre, die Lord KELVIN auf Grund seiner Berechnung der Abkühlung der einst als glutflüssig angenommenen Erde gegenüber dem Weltraum der Erdgeschichte zubilligte. Die Lösung aus dem Widerspruch zwischen der Annahme DARWINs und der von Lord KELVIN über die Dauer der Erdgeschichte war, daß um 1900 gefunden wurde, daß in der Erdkruste laufend radioaktive Substanz zerfällt, dabei Wärme entsteht und die Erde eben nicht nur sich abkühlte. Damit war der Widerspruch gelöst.

Es geschah aber auch, daß verschiedene Befunde sich scheinbar gut zusammenfügen und doch die daraus entwickelte Hypothese schließlich doch aufgegeben werden muß. Die zwischen 1800 und bis wenigstens 1830 die Erdgeschichtsforschung bestimmende **Katastrophentheorie** von CUVIER, BRONGNIART, D'ORBIGNY und anderen Naturforschern stützte sich auf die Unterbrechungen in der Fossilabfolge, die einst weit in die Lande transportierten "erratischen Blöcke", die "Findlinge", die Lücken ("Diskordanzen") in der Gesteinsabfolge und damit die Gebirgsbildungen (M. PFANNENSTIEL 1972 / 1973).

### **Hypothesenbevorzugung nach ihrer Anregung für weitere Forschung**

Hypothesen, die sich schlecht überprüfen ließen, drohten eher zu einem Abbruch von Forschungen zu führen als mehr überprüfbare Hypothesen und diese wurden so bevorzugt.

Manche **Mikrobiologen** waren noch um 1870 überzeugt, daß sich bei den Mikroben und vor allem den Bakterien keine feststehenden Arten finden lassen, sondern sie wie ein Proteus je nach den Umständen ganz unterschiedliche Form annehmen. Damit kam die Forschung nicht viel weiter. Nahm man feste Spezies auch bei den Bakterien an, ließen sich Forschungsmethoden zur Überprüfung entwickeln, so die Reinzucht auf künstlichem Nährboden. Das, ordentlich

durchgeführt, führte dann zu den großartigen Erkenntnissen der namentlich auf R. KOCH zurückgehenden Bakteriologie. Manchen **Entwicklungsphysiologen** schien es nicht möglich zu sein, etwa Regenerationsvorgänge bei vielen Keimen durch faßbare physikalische und chemische Faktoren zu erklären. nicht zugänglich zu sein. Etliche Forscher, so HANS DRIESCH, später auch GUSTAV WOLFF, CURT HERBST und RICHARD WOLTERECK, nahmen daher zu nur in den Lebewesen vorhandenen angeblichen Faktoren, etwa der von DRIESCH konstatierten "Entelechie", Zuflucht, die sich positiv nicht nachweisen ließen. Zu Recht wurde dem entgegengehalten, daß man dann, wenn man sich mit einem vagen vitalistischen Faktor begnügt, vielleicht die Möglichkeit verbaut, doch noch faßbare Faktoren für die Embryonalentwicklung zu finden. Auf jeden Fall, meinte der Zoologe THOMAS HUNT MORGAN 1934, muß zuerst wenigstens versucht werden zu ermitteln, "wie weit eine Kenntnis der chemischen und physikalischen Veränderungen, die im Ei erfolgen, uns zum Verständnis der Entwicklungsprozesse voranbringen." Gelänge das nicht, könne immer noch resigniert werden.

### **POPPERs "Kritischer Realismus", "Falsifikationismus"**

Während es einst als wohl selbstverständlich galt, daß sich Hypothesen eines Tages möglicherweise bestätigen, "verifizieren", lassen und so zu Tatsachen, zu "Lehren" werden, brachte namentlich der Wissenschaftsphilosoph CARL RAIMUND POPPER die Ansicht, daß sich eine Hypothese mit Sicherheit nur falsifizieren, widerlegen, nicht aber sicher bestätigen läßt. POPPER kam nach eigener Darstellung zu dieser Ansicht aus seiner politischen Tätigkeit. In den 20er-Jahren des 20. Jh. hatte sich POPPER in Wien marxistischen Gruppen angeschlossen. Ihre Rechthaberei, so ihr Ziel, das Leben aller Menschen nach ihren Ansichten zu prägen, weckte bei POPPER Zweifel und Ablehnung. Das übertrug er auf alle wissenschaftlichen Aussagen. Das immer wieder zitierte Beispiel, an dem POPPER seine Auffassung erläuterte, wirkt allerdings recht simpel, nämlich das niemals voll beweisbar ist, daß alle Schwäne weiß sind. Niemals hätten alle Schwäne beobachtet werden können, andersfarbige Schwäne irgendwo waren nicht auszuschließen, und in der Tat wurden schwarze oder schwarz-weiß-gefärbte Schwäne gefunden. Ein einziger Schwan, der nicht weiß gefärbt ist, würde die Aussage "Alle Schwäne sind weiß" eindeutig widerlegen. Induktiv gewonnene Aussagen werden niemals gewiß.

Eindeutiges Falsifizieren, aber nur das, ist möglich, mit besseren Worten: daß sich eine Aussage, "also ein Theoriensystem durch Verifikation immer nur vorläufig stützen läßt" aber daß "eine allgemein nachprüfbare Falsifikation zu einem endgültigen Ergebnis im Sinne der Widerlegung der Theorie" "führt" (H. A. STAAB 1985, S. 7). Je mehr Falsifikationsversuche jedoch eine Theorie in diesem Prozeß von "trial and error" erfolgreich überstanden hat, desto sicherer würde sie gewiß, ohne jedoch einmal als endgültig wahr gelten zu können. Es wird also widerspruchsfrei "die Vorstellung von der Fehlbarkeit und Vorläufigkeit allen Wissens mit der Idee des ständigen Fortschritts der Erkenntnis" verbunden (ebenda). Jede wissenschaftliche Aussage aber bleibt eine Hypothese. In der Zoologie war allerdings die Farbe der Schwäne wohl nie ein ausreichendes Kriterium, die Gattung zu charakterisieren. Farbabweichungen sind so häufig, daß man sie nicht als allein gültiges diagnostisches Merkmal benutzen wird. Zudem wird für eine Art oder Gattung ein "Typus"-Exemplar, ein Präparat, aufbewahrt, um Neufunde damit zu vergleichen, nach vielen Merkmalen. Wie hätte man POPPERs Kritik an der Induktion aufgenommen, wenn er formuliert hätte, daß alle Schwäne wie jedes Tier stickstoffhaltige Nahrung benötigen? Aber das ist schon eher eine Deduktion, zeigt aber vielleicht, daß es auch recht sichere naturwissenschaftliche Aussagen gibt. Überraschungen müssen gewiß nie ausbleiben. POPPER hat andererseits gewiß zum Nachdenken angeregt.

Damit Aussagen als wissenschaftlich gelten können, sollten sie gemäß POPPER so formuliert werden, daß ein Kriterium ihrer Widerlegung angegeben wird. Sätze, die sich nicht prinzipiell, bei Angabe bestimmter Kriterien, widerlegen ließen, dürften nicht zur Wissenschaft gerechnet werden. **Was sich nicht** der möglichen **Falsifikation** stellen kann, ist **nicht Wissenschaft**. Das galt etwa für religiöse Bekenntnisse, so die Existenz Gottes oder die Auferstehung von Jesu, weder verifizierbar noch falsifizierbar. Mit diesen Überlegungen suchte POPPER nach einem Kriterium, Wissenschaft von Pseudowissenschaft, Ideologie zu scheiden. Zur Pseudowissenschaft gerechnet wurde daher die von einigen Technikern und der Wissenschaft nahestehenden Menschen akzeptierte "Welteislehre" des Ingenieurs HÖRBIGER, gemäß dem ganze Himmelskörper unter Eis liegen, im Weltall Eisbrocken herumschweben und diese auch einmal in die Erdatmosphäre eindringen, dabei plötzliche Unwetter aus heiterem Himmel hervorrufen oder ganze Kulturen zerstören. Bis zur Weltraumfahrt

konnte man das nur auf sich beruhen lassen, nicht aber nachprüfen, auch nicht falsifizieren.

**Alltagsmeinungen** sind sicherlich nicht alle abzusichern, und niemand wird im normalen Leben, außerhalb von Lehre und Forschung, alle emotional beeinflussten Ansichten, etwa bei der Zuneigung oder Abneigung gegenüber anderen Menschen, Politikern, ausklammern können.

Die Marxisten mit ihren als fest begründet deklarierten Meinungen waren gegen POPPER, der trotz seiner mit seiner Philosophie begründeten Zurückweisung von HITLERs "tausendjährigem Reich" und der Überlegenheit der germanischen Herrenrasse mit seinem Zweifel an jeder sicheren sozialen Utopie, an jeder gesellschaftliche Zukunftstheorie, den Menschen die Zukunftshoffnung nehmen würde und so dem herrschenden Kapitalismus zuarbeitet.

### **Prämissen**

Wichtig war und ist stets zu wissen, auf welchen Tatsachen, welchen **Voraussetzungen**, Prämissen, eine Hypothese beruht, oder auch auf welchen Axiomen. Axiome sind scheinbar selbstverständliche Annahmen begründet, Prämissen, auf denen Aussagen oder ganze Gedankengebäude errichtet werden.

Eine grundlegende, zunehmend anerkannte **Prämisse** war die von der **Einheitlichkeit der Naturgesetze**, derselben Materialität im Himmel wie auf Erden. Viele Aussagen wenigstens der mit "Realien" befaßten Wissenschaften beruhen auf der Prämisse, daß die **Sinnesorgane** des forschenden Menschen **wenigstens einige Informationen über eine anzunehmende Wirklichkeit** liefern. Wenn K. LORENZ immerzu gefragt hätte, ob die aus dem Ei geschlüpfte und ihm folgende Graugans "Martina" nun wirklich existiert oder lediglich eine Sinnestäuschung ist, dann wäre seine Forschung wohl kaum vorangekommen. So, "als ob" die Wissenschaft die Wirklichkeit erforschte, muß auf jeden Fall der Erforscher der Natur handeln, nur sollte er sich der Voraussetzungen, der Prämissen bewußt bleiben. Der Botaniker J. REINKE meinte rückblickend (1925, S. 404): "In der Wissenschaft kommt es nicht darauf an, daß ich voraussetzungslos arbeite und forsche, das ist unmöglich: sondern darauf, daß die gemachten Voraussetzungen mir als solche bewußt sind. Darum

gibt es auch keine absolute Erkenntnis, sondern nur eine Erkenntnis unter Voraussetzungen."

Weil es keine voraussetzungslose Wissenschaft geben konnte, wurde mit dieser Erkenntnis aber auch Mißbrauch betrieben, wenn willkürlich Voraussetzungen behauptet wurden, etwa im Nationalsozialismus von "völkischen" und "rassischen" Voraussetzungen gesprochen wurde. Die Prüfung der Prämissen für eine solche Behauptung hätte hier Kritik bringen müssen (B. BAVINK 1947).

Mit entsprechenden Prämissen ließen sich verschiedenste Hypothesen begründen. Galten Metalle nicht als Elemente, war die Suche der "**Alchemisten**" nach der Golderzeugung aus unedlen Metallen nicht so unsinnig, wie es später erschien (P. WALDEN 1948). Erze enthalten ohnehin meistens mehr als ein Metall und durch den Saiger-Prozeß ließ sich aus Blei darin enthaltenes Silber abtrennen, was man als Metallumwandlung interpretierte. Die bis ins frühe 17. Jh. in der **Physiologie** akzeptierte Blutverteilungslehre des GALEN besagte, daß der Nahrungsbrei aus dem Darm ständig zur Leber geleitet und dort kontinuierlich daraus Blut gebildet wird, um, durch die Blutgefäße in den Körper gepreßt, sowohl am Ende der Arterien wie der Venen völlig verbraucht zu werden. Das mochte bei Anerkennung der Lehre vom Blutkreislauf von WILLIAM HARVEYs absurd erscheinen, da sich niemals so viel Blut nachbilden und verbrauchen konnte, wie in kurzer Zeit aus dem Herzen ausgestoßen wurde. Gegner der Lehre vom Blutkreislauf nahmen aber an, als Prämisse, daß bei jedem Herzschlag nur wenige Tropfen Blut aus dem Herzen ausgestoßen werden, wodurch die Hypothese von der ständigen Blutneubildung aus dem Nahrungsbrei und dem ständigen Blutverbrauch im Körper an Absurdität verliert. In der Physiologie wurde auch zu bedenken gegeben, daß man stets in die Überlegungen einbeziehen muß, ob man einen Vorgang am lebenden oder am toten, am geschockten oder am kaum beeinflussten Lebewesen untersuchte. Es bestand die Gefahr, anormales Geschehen zu erfassen. Der Physiologe F. MIESCHER war 1897 der Ansicht (1897, S. 103): "Wie vieles von dem, was der Vivisector zu Gesicht bekommt, ist nicht accidentelle Wundkrankheit, oder ein Mechanismus, der im Leben kaum mitspielt." Wegen des allgemeinen Operationsschocks nach jedem Eingriff, hielt CUVIER Organexstirpationen deshalb nicht für geeignet, Organfunktionen aufzuklären. Für die **Evolutionstheorie** ist Voraussetzung, daß ausreichend erbliche Abänderungen auftreten.

Vorstellungen über das **Alter der Erde**, um das Beispiel noch einmal zu bemühen, änderten sich mit den Prämissen. Mit der Anerkennung von **Jahrmillionen** und in neuerer Zeit von Jarmilliarden für die Erdgeschichte war die **Anerkennung von Vorgängen** verbunden, die lange, **sehr lange Zeiträume voraussetzen** (G. HEBERER 1970, S. 10). Der Geologe CHARLES LYELL, der Katastrophen in der Erdgeschichte nicht erkennen konnte, und DARWIN, der eine langsame Umbildung der Organismen annahm, mußten mit vielen Jahrmillionen rechnen, ohne sie zu ihrer Zeit ansonsten beweisen zu können. Mit langen Zeiträumen mußte DARWIN auch für seine **Theorie der Entstehung der Korallenriffe** rechnen. Nur wenn der Meeresboden langsam absank oder sich, im Zusammenspiel mit dem Absinken des Meeresbodens, der Meeresspiegel sehr langsam hob, kamen die Korallen mit ihrem langsamen Wachstum nach, um in einer bestimmten Höhe unter der Meeresoberfläche zu bleiben.

Der berühmte Physiker WILLIAM THOMSON, Baron KELVIN, führte seit 1844 und noch mehr seit 1862 physikalische Gründe **gegen ein sehr hohes Alter** der Erde an (J. L. 1908) und legte das noch einmal 1897, also ein Jahr nach BECQUERELs Entdeckung der Radioaktivität, in seinem berühmten Vortrag "The Age of the Earth as an Abode Fitted for Life" vor dem Victoria Institute (R. T. CHAMBERLIN 1932) dar. Nach den Gesetzen über Wärmeleitung hätte die Erde sich gegenüber dem Weltraum auch unter Berücksichtigung der täglichen Sonneneinstrahlung sich viel rascher abkühlen müssen, als LYELL und DARWIN meinten. Auch hätte die Sonne, wie ebenso HELMHOLTZ annahm, nicht über die von den Geologen angenommenen Jahrmillionen ihre viele Energie abgeben können. KELVIN schränkte die Dauer der Erdgeschichte auf schließlich zwischen 20 und 40 Millionen Jahre ein, zu wenig für die Erdkrustengestaltung gemäß LYELLs aktualistischer Vorstellung und der Evolution der Organismen im Sinne von DARWINs Theorie. Durch KELVIN waren die Geologen und die Evolutionsbiologen in die kritische Lage gebracht worden, zwischen "the dictum of exact science...and the faith in their own method and criteria ...", also zwischen der - ach - so exakten Physik gegenüber der "weicher" erscheinenden Erdgeschichtsforschung, der Geologie, zu entscheiden. Angesichts des Ansehens der Physik als einer exakten, messenden Wissenschaft stand die Lage für die Geologen nicht zum besten. Aber mit der Entdeckung der Radioaktivität war nicht nur ein völlig neuer Weg zur absoluten Altersbestimmung von Mineralien gefunden worden, sondern der ständige Zerfall radioaktiver Elemente in der Erdkruste war eine Lord KELVIN

unbekannte Wärmequelle, und es also keine einfache Abkühlung der Erde in der Zeit. Der radioaktive Zerfall von schweren Elementen in der Erdkruste verzögerte die Abkühlung stark. Es waren mit der Entdeckung der Radioaktivität also ganz neue Voraussetzungen gefunden worden, um Aussagen über die Dauer der Erdgeschichte zu wagen. Wenn der Ire JOHN JOLY (V. A. EYLES 1973) hoffte, das Alter der Erde wie einst HALLEY aus der gegenwärtigen Salzkonzentration des Meerwassers zu bestimmen, wenn man von zunehmender Einleitung von Salz in die Meere ausging, so lag dem eine im Prinzip nicht ganz falsche Prämisse zugrunde, aber es konnte weder etwas über den Anfangsgehalt der Ozeane an Salzen ausgesagt werden noch war der Salztransport durch die Flüsse während der gesamten Erdgeschichte und die Abscheidung von Salz bei der Salzlagerbildung abzuschätzen. JOLY selbst leitete aus seiner Annahme immerhin ab, daß seit der seit Bildung der Ozeane auf der Erde 80 bis 90 Millionen Jahre vergangen sind, was immerhin noch mehr war als manche Schätzung von KELVIN.

Was die **absolute Altersbestimmung** geologischer Zeiträume betrifft, so war kurz nach 1900 die Idee geboren worden, aus dem Verhältnis der radioaktiven Ausgangsstoffe zu ihren Zerfallsprodukten, etwa von Uran zu Blei, das Alter von Mineralien mit radioaktiven Elementen und damit die Zeit seit der Kristallisation eines Gesteins zu ermitteln (G. R. TILTON et al. 1963). Voraussetzung für diese radioaktive Altersbestimmung war, daß ein radioaktives Mineral zur Zeit seiner Entstehung noch keine als Zerfallsprodukte aus ihnen hervorgehenden Elemente enthielt, sondern diese alle erst nach der Mineralbildung aus den in ihm enthaltenen radioaktiven Elementen entstanden, oder wenigstens aufgeklärt werden konnte, welche Menge an radioaktiven Zerfallsprodukten sich bei seiner Bildung in einem Mineral befanden. Prämisse war auch, daß die Halbwertszeit der radioaktiven Elemente während der gesamten Erdgeschichte gleichgeblieben war, eine Auffassung, die kaum bezweifelt wird, aber sie sollte als notwendige Voraussetzung im Bewußtsein bleiben. Für die Geochronologie wurden als geeignet vor allem folgende Zerfallsreihen gefunden: Uran 238 mit Endprodukt Blei 206, Thorium 232 mit Endprodukt Blei 208, Rubidium 87 mit Endprodukt Strontium 87, Kalium 40 mit Endprodukt Argon 40.

Komplexer sind die speziellen Voraussetzungen bei der **<sup>14</sup>C-Methode** zur Altersbestimmung von Holz aus jüngerer Zeit. In der Atmosphäre ist ein bestimmter Gehalt an <sup>14</sup>C vorhanden und die lebende Pflanze nimmt beim

Kohlendioxidstoffwechsel ständig solchen radioaktiven Kohlenstoff mit auf.  $^{14}\text{C}$  wird in der Erdatmosphäre aus Stickstoff durch die kosmische Strahlung gebildet. Die Unveränderlichkeit der kosmischen Strahlung über die Zeiten hinweg ist weniger gesichert und die radioaktive Verseuchung der Erdatmosphäre durch die Kernwaffenversuche hat Veränderungen im  $^{14}\text{C}$ -Gehalt gebracht.

Bei Aussagen in der **Kosmologie** ging man von der schon eingangserwähnten Prämisse von der "All"-Einheitlichkeit der Natur (F. KRAFFT 1991) auch bis in alle Tiefen des Alls aus, was allerdings erschweren konnte, Andersartiges aufzufinden. Mit der Annahme von der Gleichartigkeit der Erscheinungen im All setzte man einer sinnlos spekulierenden Phantasie notwendige Grenzen, so wie in der Geologie der Aktualismus Grenzen der Spekulation setzte. FRIEDRICH ZÖLLNER (F. KRAFFT 1991, s. S. 168), der Begründer der Astrophysik in Deutschland, legte als Programm in seiner Leipziger Habilitationsschrift "Photometrische Untersuchungen mit besonderer Rücksicht auf die physische Beschaffenheit der Himmelskörper" von 1865 dar, daß "zur Erklärung der beobachteten Phänomene nur solche Kräfte und Erscheinungen" vorausgesetzt werden, deren Analogien man auch auf der Erde zu beobachten und zu erforschen Gelegenheit hat." Bei der Bestimmung der Sternentfernungen setzte man die im Weltall überall gleiche Geschwindigkeit des Lichtes voraus (A. EDDINGTON), oder bei der Messung von Sternwindigkeiten in Richtung des Beobachters oder gar im 20. Jh. bei der Vorstellung vom "Urknall" war Prämisse, daß die Verschiebung der Spektrallinien nach Rot wirklich auf der vom Beobachter wegführenden Bewegung beruht. EDWIN POWELL HUBBLE (F. KRAFFT 1991), auf dessen Ergebnissen das Bild vom sich beschleunigt expandierenden Weltall aufbaut, fühlte sich als beobachtender Astronom und blieb gegenüber den schlußfolgerungen skeptisch, abwartend. Der Potsdamer Astronom H. KIENLE hatte 1943 (S. 11) noch gewarnt: "Aber vergessen wir nicht, daß das ein Bild ist, eine mögliche Deutung dessen, was beobachtet wird, die zur Voraussetzung hat, daß wir die Rotverschiebungen der Linien dem DOPPLERschen Prinzip gemäß als von uns weg gerichtete Geschwindigkeiten ansprechen dürfen." Eine andere Deutungen, das Licht auf dem Wege aus den Tiefen des Weltalls zu den irdischen Beobachtern Energie verliert, gewissermaßen 'müde' wird, ist eine noch zweifelhaftere Annahme, ohne in der irdischen Physik eine Prämisse zu haben.



Als OTTO HAHN 1938 in Dahlem beim Beschuß von **Uran** mit langsamen **Neutronen** und also nicht energetisch starken Elementarteilchen fand, daß offensichtlich zwei dem etwa halben Atomgewicht von Uran entsprechende **Spaltprodukte**, Barium und Lanthan, in Spuren auftraten, hielten die dortigen Physiker, so die BOHR als den Klügeren einschätzende LISE MEITNER und SIEGFRIED FLÜGGE, das für nicht möglich. War die Physik das Stärkere? FLÜGGE erinnerte sich, daß es "die Sturheit der Chemiker" war, die dem trotz der Einwände weiter nachgingen, denn für sie hatten "physikalische Argumente keine Überzeugungskraft" (zit, bei H. SPEHL 1998, S. 159). Aber HAHN fühlte sich veranlaßt, seine Befunde immer und immer wieder zu überprüfen.

Daß die Rassen"lehren" der **Nationalsozialisten**, die Behauptungen von rassengebundenen Naturforschung und auch von einer "deutschen Physik" offenbar selbst von Menschen mit Hochschulbildung aufgenommen wurden, verdeutlicht, wie wenig sich selbst Menschen mit Bildung augenscheinlich um die Prämissen einer von ihnen vertretenen Anschauung kümmern – vielleicht auch mit bewußter Ausschaltung von Kritik im Interesse der Karriere oder des Überlebens. POPPER warf deutschen Gelehrten in Tübingen einmal vor (1985 / 1993, S. 103): "Die Ideologie des Nazismus wäre unmöglich gewesen, wenn die deutsche Philosophen intellektuelle Verantwortlichkeit gekannt hätten". Anstatt die Sachverhalte zu klären, was wenigstens vor einer kriminellen Abwertung anderer Menschen notwendig gewesen wäre, hätten sie "eindrucksvoll und unverständlich" geredet. Wenn man schon egoistisch und andere Völker abwertend denkt, dann hätte im Interesse der eigenen Selbsterhaltung auch der fanatischste Anhänger des Nationalsozialismus begreifen müssen, daß der Glaube an den Führer keine Rohstoffquellen ersetzen kann und schon wegen unzureichender Rohstoffquellen kein deutscher Sieg möglich war (W. HEISENBERG 1969, S. 252 / 253), unabhängig von jeder moralischen Beurteilung eines grausamen Angriffskrieges. Der Chemiker H. STAUDINGER hatte schon mitten im Ersten Weltkrieg dargelegt, allerdings von der sicheren Schweiz aus, daß die mangelnden Rohstoffressourcen der Mittelmächte gegenüber denen der Entente zur Niederlage Deutschlands führen müßten (C. PRIESNER 1987) - eine ernüchternde Prämisse zu den Möglichkeiten des Sieges. Für seine sachlichen ernüchternden Ausführungen erhielt STAUDINGER nach 1933 gewaltige Vorwürfe.

Im **politischen Handeln** wurde immer wieder von unzureichenden Prämissen ausgegangen. Wenn gläubige Kommunisten meinten, daß sie in der Lage sind, in kurzer Zeit in selbstloser Weise bei weitgehender Ausschaltung der bisherigen Wirtschaftsmanager und unter Vernachlässigung zahlreicher bisheriger Erfahrungen in kurzer Zeit eine auf dem Weltmarkt konkurrenzfähige Wirtschaft aufbauen können, waren sie von falschen Voraussetzungen ausgegangen. Ebenso mißlang, mit militärischen Mitteln Wirtschaft zu betreiben.

Im **täglichen Leben** bauen wohl die wenigsten Menschen auf bewußt überprüften Prämissen auf, und sie sind gläubig oder übernehmen, oft bruchstückhaft, Bemerkungen, etwa vom "Übermenschen", der Überlegenheit ihres Volkes, der Aussichtslosigkeit der Kriegsvermeidung und vieles andere. Verheerende Folgen solcher kritikloser Übernahme von nicht auf ihre Voraussetzungen geprüften Annahmen blieben nicht aus. Der "Intellektuelle" sollte sich durchaus jede Lektüre leisten dürfen, auch die "verrückteste", vorausgesetzt, daß er der Überprüfung der Prämissen fähig ist. In der Gesellschafr waren und sind **die Religionsgemeinschaften, die politischen Parteien, die Bewegungen, ja der Staat** und die ihn unterstützenden Schulen, einst auch mit ihrer Abwertung anderer Nationen bemüht, den **Menschen von klein an feste Gewißheiten 'anzuerziehen'**, jedes hyporhetische Denken auszuklammern. Wer am lautesten mit 'gefetzter Ideologie' die jeweils gewünschten Doktrinen unterstützt, selbst nachäffend verkündet, hat beste Aussichten auf Karriere, die dem kritischen Geist oft versagt bleibt. **'Erziehung'** war und ist oft **Wegführung von hypothetischem Denken**.

ALBERT EINSTEIN las auch das umstrittene Werk "Der Untergang des Abendlandes" von OSWALD SPENGLER, um dann an MAX BORN zu schreiben: "Solche Dinge sind amüsan, und wenn morgen einer mit dem nötigen Geist das Gegenteil sagt, so ist er wieder amüsan, und was wahr ist, weiß der Teufel!" (H. und M. BORN 1969, S. 138).

### **Bedeutung geeigneter Naturobjekte für die Hypothesen-Überprüfung**

Manche Hypothese ließ sich "bestätigen", weil die geeigneten Naturohekte, etwa die geeigneten **Versuchstiere** benutzt wurden. Das konnte sogar aus Zufall geschehen.

Dem Physiologe OTTO LOEWI war - in der Osternacht 1921 - ein Experiment am Frosch-Herzen eingefallen, mit dem sich die Abgabe von Erregungsstoffen,

"**Transmittern**", an den Enden von in das Herz führenden Nerven nachweisen ließ. Aber das Experiment ließ sich nicht immer und nicht von allen Forschern reproduzieren, was Zweifel wecken mußte. Mit gewissem Bangen fuhr LOEWI 1926 zum 12. Internationalen Kongreß für Physiologie nach Stockholm, wo er den Versuch am Froschherzen demonstrieren wollte. Es gelang. Wie später festgestellt wurde, erzeugten die von LOEWI benutzten ungarischen Frösche weniger das Enzym Cholinesterase als andere Frösche und das vom Vagus-Nerv gebildete Acetylcholin wurde deshalb weniger rasch zersetzt, was den Transmitter-Nachweis ermöglichte. Der Forscher kann also auch unwissentlich einen guten Griff tun oder einen weniger guten.

### **Gefährliche Konsequenzen fehlerhafter oder unzureichender Hypothesen in der Medizin oder in der Praxis**

Mag auch alles Wissen nur hypothetisch und damit ständiger Verbesserung offen sein, so muß man **beim Handeln** von einem gegenwärtigen Erkenntnisstand aus zupacken. In der Medizin muß oft nach noch nicht voll bewiesenen Hypothesen gehandelt werden. **Kein Handeln ist eben oft auch nicht vertretbar**. Es kann schlimm sein, wenn der Handelnde, etwa ein Arzt, sich von einer falschen Hypothese leiten läßt oder eine schon bewährte Hypothese nicht anerkennt. An der Forschungsfront gibt es immer Unzureichendes und der Arzt muß vielleicht probieren, einen Schwerkranken mit noch unzureichend erprobten Mitteln zu retten. In einer schwierigen "Grauzone" zwischen Erlaubtem, Noch-nicht-Vollbewährten und Unzulässigen kann er moralisch zerbrechen. Daß gerade Mediziner öfters zu "vorzeitigen Hypothesen" neigten und auf ihrer Grundlage handelten, erklärte und entschuldigte der Straßburger Internist B. NAUNYN (1901, S. 59) damit, daß den Kranken oft rasch geholfen werden muß. Eine entstellende und auch oft nicht ungefährliche Krankheit ist der **Kropf**, die vergrößerte Schilddrüse, häufig in den Alpen. Chirurgische Operation endete oft tödlich. Als sowohl die Narkose wie auch durch LISTER um 1866 die Antisepsis eingeführt waren, wagten sich, unabhängig voneinander, die Schweizer Chirurgen JACQUES-LOUIS REVERDIN und THEODOR KOCHER an chirurgische Kropf-Entfernung. Nach einigen Jahren stellten diese Pioniere der Kropfoperation bei etlichen ihrer Patienten fest, daß die völlige Entfernung der von den Physiologen als **funktionslos betrachteten Schilddrüse** zu allgemeiner Antriebslosigkeit führt, einem als "Cachexia strumipriva" beschriebenen Krankheitsbild. Von diesem "unfreiwilligen

Humanexperiment" war KOCHER betroffen. Substitution von Schilddrüsengewebe oder Zufuhr von Schilddrüsenextrakt bei den Geschädigten konnte die Schäden teilweise beheben und führte zugleich zu Einsichten über die Rolle der Schilddrüse im Körpergeschehen. Bis 1917 hatte KOCHER immerhin 5314 Kröpfe operiert und die Sterblichkeitsrate von 40 Prozent auf 0,7 Promille gesenkt (U. TRÖHLER 1992), somit den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin 1909 verdient.

Tragisch war, wenn Hypothesen abgelehnt wurden, die **später bestätigt** werden konnten und deren anfängliche Ablehnung Opfer kostete. Mancher Malariakranke wurde im 18. Jh. nicht mit dem in vielen Fällen lebensrettenden **Chinin** behandelt, weil der als Koryphäe anerkannte Mediziner ERNST STAHL es aus theoretischen Gründen verwarf (S. WINKLE 1997). Der Arzt IGNAZ PHILIPP SEMMELWEIS hatte wahrscheinlich gemacht, daß das für zahlreiche Wöchnerinnen tödliche **Kindbettfieber** zustandekommt, wenn untersuchende Ärzte oder Medizinstudenten mit ungewaschenen Händen, womöglich nach einer Leichensezierung, die Wunden der Frau berühren. Manche Ärzte, die sich nunmehr als am Tod von Wöchnerinnen schuldig fühlten, erkannten das nicht an. Der kubanische Augenarzt CARLOS FINLAY erkannte, ja bewies die Übertragung des **Gelbfiebers** durch die Mückenart *Aedes aegypti* (*Stefomya fasciata*) (S. WINKLE 1997) um 1881. Seinen Befunden wurde nicht getraut, ungeachtet schon 1848 auf den Zusammenhang von Insekten und Gelbfieber verwiesen worden war (W. B. BEAN 1975). Der französische Versuch, die Landenge von Panama mit einem Kanal zu durchstechen, scheiterte namentlich am Tod vieler Arbeiter an Gelbfieber in dem oft sumpfigen Urwaldgelände. Im Jahre 1900 wurde die US-amerikanische Gelbfieberkommission gegründet und deren Vorsitzender, Major WALTER REED, klärte auf Kuba, daß der Erreger, ein Virus, die Weibchen der Mücke *Aedes aegypti* durchlaufen muß. Bei den Untersuchungen hatte sich das 34-jährige Kommissionsmitglied Dr. JESSE LAZEAR freiwillig von einer Mücke stechen lassen, die an einem Gelbfieberkranken gesaugt hatte und starb am 25. September 1900 am Gelbfieber, eine weitere Bestätigung für die Mückentheorie. Ausgerüstet mit der durch weitere Untersuchungen bestätigten Mücken-Theorie wurde die Kanalzone saniert, der Panamakanal von den USA gebaut, 1914 für die Schifffahrt eröffnet. Auch die kubanische Hauptstadt Havanna konnte nach der Aufklärung der Gelbfieberübertragung von seiner alten Plage, dem

Gelbfieber, befreit werden und ähnlich wurde das möglich in den für Abertausende tödlichen Gelbfieberregionen in den USA, so im Mississippi-Tal.

**Sehr vage**, sogar **gegen Menschen gerichtete Hypothesen**, von Laien und Fachfremden womöglich übertrieben genutzt, **schadeten** manchem. Hier wurde die Grenze zum Kriminellen teilweise überschritten. Bedenklich war, im 19. Jh., die **Phrenologie** des Österreicherers FRANZ GALL (E. LESKY 1980, P. J. MÖBIUS 1905). Die Hirnforscher sehen in ihm einen Begründer der materialistischen Gehirnforschung. GALL vertrat eine extreme Lokalisationshypothese für die Gehirnfunktionen und damit den Sitz der psychischen Leistungen im Gehirn. Jede der von GALL unterschiedenen psychischen Leistungen, Witz, Ehrfurcht, Vaterlandsliebe usw., sollten in einem eigenen Bezirk der Oberfläche der Gehirnhemisphären lokalisiert sein. Bei den einzelnen Menschenindividuen sollten diese verschiedenen Gehirnbezirke unterschiedlich stark ausgebildet sein, das heißt entweder in Norm liegend oder auch überentwickelt oder vermindert. Je nachdem, welche Gehirnbezirke stärker oder schwächer ausgebildet waren, hatten die Menschen unterschiedliche psychische Charaktere. Die Über- oder Unterentwicklung eines Gehirnteiles sollte sich auch am Schädel und so am Kopf des Lebenden erkennen lassen. Aus der Betrachtung eines Kopfes sollte es möglich sein, auf den Charakter eines Menschen zu schließen. Damit war dem Wissenden ein Mittel gegeben, um eine ihm gegenüberstehende Person oder eine Person auch nach einem Bild rasch und sicher zu beurteilen und sich entsprechend auf seinen Gegenüber einstellen. Erzieher und Kriminologen begrüßten die "Phrenologie", sollte sie doch die rasche Beurteilung von Zöglingen oder Tätern erlauben. Leider war die Phrenologie so wenig begründet wie LAVATERs Physiognomie, etwa die Beurteilung eines Menschen nach der Form seiner Nase. Aber verhängnisvolle Fehltritte waren gegeben. DARWINs fast erfolgte Zurückstellung von der Weltreise auf dem Schiffe "Beagle" wegen seiner dem Kapitän FITZROY mißfallenden Nase wäre vielleicht noch nicht einmal das Härteste gewesen.

Ebenso ungesichert waren HAECKELs (1865/1878 u. a.) Auffassungen von der **Stammesgeschichte des Menschen** und - das war verhängnisvoll - der daraus abgeleiteten großen **Ungleichheit Menschenrassen**. Die äffischen Vorfahren sollten sich gleitend in Menschen umgebildet haben, wobei die verschiedenen Menschenrassen, HAECKEL spricht sogar von "Arten", sich unterschiedlich weit von ihren Affenvorfahren weg-entwickelten und manche gegenwärtigen

Völker sollten Zwischenglieder zwischen höheren Affen und den angeblich höchst entwickelten Menschen den weißen Europäern, also HAECKELs "Rasse", sein. Am tiefsten setzte HAECKEL die Papuas von Neuguinea an, die er nie kennengelernt hatte und über die er im Expeditionsbericht von OTTO FINSCH ganz anderes hätte lesen können. Der Geograph PESCHEL, VIRCHOW und der Botaniker JOHANNES REINKE wiesen HAECKELs haltlose Behauptungen heftig zurück, aber Kritik nahm HAECKEL oft nicht an. Mit seinen Äußerungen hat HAECKEL zu rassischem Überlegenheitsdünkel beigetragen und davon durchdrungene Kolonialtruppen mochten sich in Übersee dann entsprechend verhalten. Aber daran ist nicht nur HAECKEL schuld.

Gefährlich war, wenn vor der ersten "Zündung" einer **Atombombe** in der Wüste von Alamogordo in den USA sowohl die Explosionskraft wie die freigesetzte **Gammastrahlung unterschätzt** worden waren (V. WEISSKOPF 1991). Als Wirkungsgrad war der von 6000 bis 7000 Tonnen herkömmlichen TNT-Sprengstoff vorausgesagt worden, die tatsächliche Wirkung entsprach fast 20 000 Tonnen TNT. Nach den Berechnungen im Atomforschungszentrum Los Alamos sollte sich die gefährliche Strahlung in etwa 5 Kilometer Entfernung vom Explosionszentrum auf ein unbedenkliches Maß verringert haben. Aber die Fahrt nach dem Explosionszentrum nach der Explosion mußte sofort wegen zu hoher Strahlung abgebrochen werden. Daß eine Atombombenexplosion über die Atmosphäre die gesamte Erde zerstört, wurde auch einmal erörtert, jedoch allgemein zurückgewiesen und als falsch festgestellt. Menschen gehen mit unsicheren Hypothesen durchaus ihre Risiken ein. Verantwortungsvolle Atomwaffenforscher wie SACHAROW in der Sowjetunion haben ihre Mitarbeit an der weiteren Kernwaffenentwicklung eingestellt, und Genetiker warnen vor den Schäden durch den radioaktiven fall-out.

**Risika gering zu halten wird zu Recht angestrebt.** Für die **Zulassung neuer Pharmaka** gibt es strenge Regeln, besonders nach der schrecklichen Contergan-Katastrophe, und Ärzte wie Patienten sind aufgefordert, noch unbekannt Nebenwirkungen zu melden.

### **Konsens in der Wissenschaft**

Gab es auch oft lange und heftig geführte Auseinandersetzungen um Hypothesen, so wurde in den Wissenschaften oft **Konsens** erreicht, mehr

Konsens als auf anderen Gebieten in der Kultur und namentlich der Religion möglich war. In den Religionen wurden manche Fragen, selbst Nebenfragen wie die nach Ansichten beim christlichen Abendmahl, jahrhundertlang debattiert, ohne je einen Konsens zu finden. In den Demokratien gibt es hinsichtlich der verschiedensten Ansichten auch einen oft begründungslosen **Pluralismus** (A. GROBLER 1990), im Unterschied zu der oft willkürlich begründeten Bevorzugung und völligen Unterdrückung von Meinungen in Diktaturen, ob nun Theokratien oder anders weltanschaulich geprägten Herrschaften. Meinungsverlust bedeutet in Politik oder Religion oft Machtverlust, mehr jedenfalls als eine nicht haltbare, aber zunächst begründete Ansicht einem Wissenschaftler schadet. Pflanzenphysiologen aus Westeuropa, China, Japan oder dem Nahen Osten sind sich wohl in viel mehr Fragen einig als Politiker oder Religionsführer. Gerade deswegen war internationaler wissenschaftlicher Meinungs-austausch und auch Konsens totalitären Machthabern oft nicht genehm. daher manchmal ein Dorn im Auge. Da sich verschiedene Hypothesen über einen Sachverhalt durchaus ergänzen konnten, jede eine Teilwahrheit festgestellt hatte, wurde es auch als Aufgabe der Wissenschaft gesehen, die vor allem in Verbindung mit Ideologie oft so fürchterlich ungedämpften Schwingungen zu dämpfen (N. BISCHOF 1993).

### Arten, Verschiedenheiten von Hypothesen

#### **Grundlegende Konzeptionen - Die Platonische Auffassung**

Nach der auf PLATON und bis zu einem gewissen Grade auf PYTHAGORAS zurückgehenden Auffassung sollte hinter der Welt der beobachtbaren Erscheinungen die "**reale**" **Welt der Begriffe**, die "**Essenz der Dinge**", stehen, und diese sollten **das Primäre** sein, die Wirklichkeit der beobachtbaren Dinge ihr sekundäres Ergebnis. War die Begriffswelt wichtiger als ihr Ausfluß, waren die Ideen wichtiger als die Wirklichkeit. Die Ideen waren ewig und wahr, obwohl immateriell. Wegen dieser Welt der allgemeinen Begriffe konnte man mathematische Beziehungen erfassen und ihnen vertrauen. PROCLOS hatte im 5. Jh. gesagt: "... Alle mathematischen Arten haben daher eine primäre Vorlage in der Seele, so daß etwa, bevor die Zahlen erkennbar werden, sie in ihrem Innersten gefunden werden können; ebenso Figuren, bevor sie sichtbar werden; auch ideale harmonische Verhältnisse, bevor die entsprechenden Töne erklingen; und unsichtbare Kreise, bevor sich die Körper auch in Kreisbahnen drehen. Wir

müssen uns all das als auf ewig existierend vorstellen, als die Vorbilder der Zahlen, Figuren, Gedanken und Bewegungen..." (zitiert aus TH. S. KUHN 1981, S. 129). Die hinter den Dingen stehenden mathematischen Formen galten PROCLOS wie letztlich PLATO(N) als die Ursache alles Existierenden, sie "erzeugten" die zahllosen schlechten und materiellen Kopien ihrer eigenen rein geistigen Substanz, welche die Welt des Sichtbaren ausmachte. Überzeugt von dieser hinter den Dingen stehenden wahren "realen" Welt, mochten Experimente in der beobachtbaren Wirklichkeit eher Stümpereien sein, mit denen man allenfalls angenähert die ewigen Gesetze erfassen konnte, deren Gültigkeit durch Versuchsfehler oder Fehlmessungen nicht prinzipiell in Frage zu stellen war.

Der Lehrer des COPERNICUS in Bologna, DOMENICI MARIA DE NOVARA die ptolemäische Planetentheorie kritisiert mit neuplatonischen Argumenten, weil ein so kompliziertes und umständliches System wie bei PTOLEMÄUS nicht die wahre mathematische Ordnung der Natur wiedergeben könne (TH. S. KUHN 1981). In solcher Diskussion wird die Anregung für COPERNICUS gesehen, wie indirekt oder direkt auch immer, denn es kann Jahre dauern, bevor eine in das Gehirn eines Menschen gedrungene und Unruhe verbreitende Idee zu klarerer Formulierung kommt. Im 16. und 17. Jh. hat der Neoplatonismus das Denken namentlich auf mathematischen Gebiete beeinflusst. Überzeugt von der Gesetzmäßigkeit in der Natur hat GALILEI für einige Phänomene "Gesetze" beziehungsweise "Prinzipien" erwartet und gefunden. Vom Neuplatonismus durchdrungen war dann auch und noch mehr KEPLER. Es gab es immer Gelehrte, die mehr oder weniger deutlich davon ausgingen, daß die Welt von bestimmten **allgemeinen Prinzipien, allgemeinen Gesetzen beherrscht** ist und diese sogar weitgehend bekannt wären und ihnen die Einzeldinge nur noch mit ihnen in Übereinstimmung gebracht, ihnen eingepaßt werden müßten.

Für andere Forscher, vor allem in den Realwissenschaften, in Biologie, Geologie, Chemie, war das platonische Denken, was der US-amerikanische Evolutionsbiologe und Paläontologe G. G. SIMPSON (1963) einmal als den "**griechischen Weg**" des Denkens nannte, ein Irrweg, von dem abzuweichen Voraussetzung für die Entstehung der "modernen" Naturwissenschaften war. Von Einzeltatsachen war auszugehen, um aus ihrem Vergleich und ihrer Zusammenfassung auch allgemeine Einsichten zu gewinnen, unvollkommen



und stets der Veränderung offen. Die Auseinandersetzung zwischen den Realisten und den Nominalisten des Mittelalters war nie völlig beendet. Erst mit dem Ausgehen von Fakten wurden, wie SIMPSON (1963) meinte, "Fakten erklärt" und nicht "weg"- "erklärt". Der US - amerikanische Evolutionsbiologe ERNST MAYR hält das bis in das 19. Jh. bestehende platonische Denken, das er "essentielles" Denken nennt, für das Haupthindernis einer Anerkennung der Evolutionstheorie, weil man die Arten als Wesenseinheiten sah, die eine Überschreitung ihrer Grenzen nicht zulassen konnten. Nur innerhalb der Artgrenzen konnte eine Aufspaltung in Untereinheiten innerhalb der Art, also in Spielarten, Rassen, Sorten, stattfinden.

Daß über die Aufdeckung von Zahlenverhältnissen, ja selbst durch einfaches Zählen, neue Einsichten in Naturgeschehen gewonnen werden können, war die Überzeugung noch manchen Forschers, was nicht mehr Platonismus im alten Sinne sein muß, aber doch eine Anerkennung der Quantitativen vorausnahm. In der Mitte des 19. Jh. dachte GREGOR MENDEL (1865 / 1866) von vornherein, daß sich **für die Vererbungsphänomene zahlenmäßige Beziehungen** finden lassen müßten und er suchte sie, indem er auf solche hin seine Kreuzungsexperimente mit Pflanzen anstellte. Er erwartete offensichtlich so etwas wie die "Mendelschen Gesetze". Es wäre dann nur eine läßliche Sünde gewesen, wenn er wirklich, wie manche vermuten, gemäß dieser Erwartung seine Zuordnung der Erbsensamen nach ihrer Farbe ein wenig mehr willkürlich vornahm als objektiv richtig gewesen wäre, damit die bestätigt wurden. Alles zu zählen hielt auch der Anatom CARL RABL für richtig und fand (1885) die Konstanz der Chromosomenzahl in denselben Geweben derselben Arten, ein für die spätere Vererbungstheorie bedeutsamer Sachverhalt. In den Augenlinsen verschiedener Tierarten zählte er die Radiärlamellen und die Zellen in Organen verschiedener Tierklassen.

### **Annahmen über den Nutzen und Sinn der Dinge**

Es erschien schon und gerade im Altertum als sinnvoll, nach dem Sinn, auch dem "Nutzen" von Dingen und Vorgängen zu fragen und darin auch ihre Existenzberechtigung zu erblicken. Ziele sollten das Geschehen bestimmen, "telos" die Welt beherrschen. ARISTOTELES nahm an, daß die Körper beim Fallen nach ihrem "natürlichen Ort" streben. Besonders aber sollte es "Nutzen", telos, bei Lebewesen geben. Daß die Teile der Lebewesen einen Nutzen haben,

nach dem man fragen und suchen muß, war die Überzeugung von GALEN wie von Forschern des 17. Jh., etwa von W. HARVEY. Aber auch alle anderen Dinge sollten wegen ihres Vorteils für den Menschen oder wenigstens für die Erhaltung der Natur gegeben sein, für viele Interpreten durch den allweisen Urheber der Natur. "Gott und die Natur", heißt es auch bei GUERICKE 1672 (S. 174), "schaffen nichts umsonst, unnütz oder Unwesentliches, ..." Die Suche nach dem Nutzen der Dinge bestimmte die **Physikotheologie**, die in der Natur die Weisheit und das Wirken Gottes zu ermitteln suchte. Noch J. H. LAMBERT stellte 1761 wenigstens als denkmöglich die Frage, ob die Sonne den allergrößten Teil ihres Lichtes umsonst in die Weiten des Weltalls strahlt, denn für die Erde allein wäre schließlich nur ein winziger Bruchteil des von der Sonne abgestrahlten Lichtes erforderlich. Ellipsenbahnen erschienen ihm außerdem wesentlich günstiger als Spiralen zu sein. LAMBERT schrieb (1761, S. 46) von einem Briefpartner, der die Absicht verfolgt, "eben im ganzen Weltbaue eben die Ordnung, Harmonie, Mannigfaltigkeit und Abwechslung, Zusammenhang, Vollkommenheit, Schönheit, Mittel und Absichten finden zu wollen, die wir auf der Erde auch in den kleinsten Theilen bewundern." Der Botaniker KÖLREUTER wurde in der Mitte des 18. Jahrhundert auch von der Vorstellung des Nutzens der Teile zu seinen Pionierexperimenten der Kreuzung von Blütenpflanzen angeregt (R. OLBY 1973). CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL (1793) fragte einige Jahrzehnte später beim Betrachten der Blüte eines Waldstorchnabels nach dem Nutzen der Härchen fragte, gemäß seiner Überzeugung, man kann sagen Hypothese, dass der weise Urheber der Natur auch nicht ein einzige Härchen ohne eine gewisse Absicht hervorgebracht hat" (1793, Einleitung).

Für die Lebewesen blieb die Frage nach dem Nutzen der Strukturen und Lebensprozesse als sinnvoll bestehen, da die Selektion nur Eigenschaften bestehen ließ, welche im "Kampf ums Dasein" die Fortpflanzungschancen eines Lebewesens förderte und damit die "Teile" der Lebewesen wenigstens das nicht stören dürfen. Über den **Zweck der Merkmale** der Lebewesen gibt es zahlreiche, auch sich widersprechende und anfangs kaum experimentell überprüfte Hypothesen. Das Streifenmuster der Zebras wurde gedeutet als geeignet die Körperstruktur im hohen Gras der Savannen aufzulösen, aber später als für die Krankheitserreger verbreitenden Tsetsefliegen verwirrend.

### **Übergänge in der Natur**

Viele Gelehrte meinten, daß die Natur keine "Sprünge" macht, "**Natura non agit per saltum**" (s. a. J. HERSCHEL 1836), also zwischen den Dingen Übergänge bestehen, "Zwischenglieder", die es sich auch zu suchen lohnt. In der moderneren Abstammungslehre wurden Reste von "Urmenschen", einem "missing link", Bindeglied zwischen den höheren Menschenaffen und den voll ausgebildeten Menschen, erwartet, weil aus affenähnlichen Vorfahren allmählich Menschen zustandegekommen wären.

### **"Gesetzlichkeit" in der Natur und den funktionalen Beziehungen als leitende Hypothese**

Im 17. Jh. gelangte die Überzeugung von der Existenz von Naturgesetzen, der '**Gesetzlichkeit**' in der Natur, zum vollen Durchbruch. Es wurde also von vornherein, nicht erst als Folge zahlreicher sicherer Nachweise, davon ausgegangen, daß beobachtete Phänomene, ob nun der "freie Fall" von Körpern oder Schwingungen etwa eines Kronleuchters (Pendel) einem in Zahlen faßbaren Gesetz unterliegen. Es war zur Überzeugung geworden, daß Gott seine Schöpfung in der "Sprache der Mathematik", mit Maß und Zahl, eingerichtet hatte.

Nicht, weil GALILEI Tausende von Fallversuchen durchführte, schon gar nicht vom Schiefen Turm von Pisa, wurde das Fallgesetz gefunden, zu dessen sicheren Nachweis auch kein Zeitmesser vorhanden war. GALILEI erwartete eine einfache Beziehung und suchte sie zu bestätigen, an der schiefen Ebene. LIEBMANN (zitiert bei H. DRIESCH 1901, S. VIII) und andere sahen bei GALILEI: "Seine Phoronomie bildet das apriorische Fangnetz, welches er den Thatsachen der Beobachtung geschickt über den Kopf wirft. Mit bloßen Experimenten und bloßer Induktion ist wenig gethan." Im 20. Jh. hat etwa EINSTEIN die Überzeugung von der durchgängigen "gesetzmäßigen Ordnung" in der Natur ausgesprochen, so in der Rede in New York im Jahre 1940 (PH. FRANK 1979, S. 462).

### **Große spekulative Konzeptionen, sinngebende Auffassungen**

In vielen Jahrhunderten gab es Auffassungen, die eher einer allgemeinen Sinngebung, einem untergründigen Zusammenhang oder auch einer eher wertenden Aussage über Erscheinungen im Weltall das Wort redeten, als daß sie

Ergebnis nüchterner und sich auf Faktisches begrenzender Forschung erschienen. Unter der Frage nach der Entstehung aller Dinge oder der eindeutigen Feststellung des Aufbaus der Materie blieb es nicht. Die Natur auf der Basis umfassender Konzepte zu sehen, wurde von K. E. ROTHSCHUH (1962) als Grundlage einer besonderen Art der Weltbetrachtung und der Konstatierung von Wissenschaft gesehen. ROTHSCHUH sprach von einem 'Wurzelgrund' der Wissenschaftsentwicklung, der sich in der Geschichte aber nicht gleichblieb. Große Zusammenhänge erfassen zu wollen, die Einzelbefunde in einen großen Weltzusammenhang zu stellen, wurde auch als Streben gesehen, aus der "analytischen Kälte" der nüchternen einzelnen Tatsachen herauszutreten und der Emotionalität auch ihr Recht zu geben. K. E. ROTHSCHUH (1962) sprach von "großen spekulativen und systematischen Konzeptionen". Sie hätten faszinierend gewirkt, aber ihre "Schwäche und tödliche Gefahr" waren "die Dürftigkeit der Erfahrungsbasis und die fehlende Sicerheit der Bauelemente". Die 'Systembauer' bevorzugten "den Vergleich, den Analogieschluß, die Feststellung von Entsprechungen, Korrespondenzen und Ähnlichkeiten".

Im einzelnen sollte etwa der Makrokosmos des Weltalls in etlichen Beziehungen zu irdischen Dingen und vor allem dem Mikrokosmos des menschlichen Körpers stehen. Jedem Himmelskörper ein auf der Erde vorkommendes Metall zukommen. Es erschien wie sicher, bei ARISTOTELES und noch bei KOPERNIKUS, ja bei HARVEY, daß die Kreisbewegung gegenüber anderen Bewegungen eine Vorzugsstellung in der Welt einnimmt. Es blieb wie selbstverständlich, daß die Planeten auf Kreisbahnen um die Sonne ziehen mußten. In der Sternenwelt gab es nach ARISTOTELES eine fünfte Qualität, ein 'fünftes Sein', im Lateinischen als die "Qintessenz" bezeichnet, abgehoben von den 4 irdischen 'Elementen'. Bis in das 17. Jh. und sogar noch einmal in der 'romantischen Naturphilosophie' wurde von der Entsprechung des Makrokosmos und des Mikrokosmos gesprochen. Immer wieder und bis in das 20. Jh. gab es die Auffassung von einer primären Teleologie in der Natur, welche der nicht weiter aufklärbare Grund all der Zweckmäßigkeit der Organismen ist, die DARWIN eben auf entschlüsselbare 'sekundäre Faktoren', auf Variabilität und Selektion zurückführte.

Es war einer der grundlegenden Schritte zur Entwicklung einer sachlichen, modern wirkenden Naturwissenschaft, daß an Stelle der großen Konzepte die Aufklärung **einzelner**, mit einigermaßen sicheren Forschungsmethoden **aufzuklärender Einzelfragen** trat. "Anstatt die ganze Wahrheit herauszufinden,

wurden einzelne Erscheinungen untersucht" (V. WEISSKOPF 1991, S. 360), statt allgemeiner Fragen ging es um partielle. Das begann einmal in der hellenistischen, der alexandrinischen Periode der Kultur - und Wissenschaftsentwicklung nach etwa 330 v. Chr., als etwa solche Einzeldinge wie die Distanz der Erde von der Sonne, die Distanz der Erde vom Mond, der Erdumfang zu ermitteln versucht wurden und HIPPARCH die Sternorte kartierte, also eine - leider verlorengegangene - Himmelskarte herstellte. Da blieb für vage Hypothesen wenig Raum. Wieder wurde in dieser Weise geforscht mit der "wissenschaftlichen Revolution" des 17. Jh. Statt nach dem "Sinn" des Fallens von Körpern zu fragen, ermittelte GALILEI den Vorgang des freien Falles in seinem Ablauf, stellte die Beschleunigung in der Zeiteinheit fest und lieferte ein Fallgesetz, das er für exakt ansah. Dieses Auffinden einzelner funktionaler Beziehungen betrieben bald auch andere Forscher und Ergebnis waren etwa das Boyle-Mariottesche Gesetz über das Verhältnis von Druck und Temperatur bei Gasen, das Hookesche Gesetz über die Dehnung einer Feder proportional der Belastung mit einem ziehenden Gewicht, die Keplerschen Gesetze. Hier lagen nachprüfbar Aussagen vor. Von ihnen aus konnte auch wieder zu zusammenhängenderen Betrachtungen geschritten werden. Detailliertere Antworten "schufen einen Rahmen für das Verständnis allgemeinerer Fragen" (V. WEISSKOPF 1991, S. 360).

### **Hypothesen in der "Romantischen Naturphilosophie" und der Naturphilosophie überhaupt, namentlich über größere Zusammenhänge in der Natur**

Manche Forscher der Zeit der Romantik in etwa den ersten 3 Jahrzehnten des 19. Jh. entwickelten sehr kühn wirkende Vorstellungen über **Polaritäten, Analogien und Zusammenhänge** in der Natur. Manche Kritiker wollten sie namentlich später bei den Absurditäten menschlichen Denkens einzuordnen, aber es gab auch Auffindung vorher unbekannter physikalischer Phänomene. Irgendwie kann der Geist mancher Menschen offenbar dem mühsamen, aber sicheren Einzelforschen ohnehin weniger abgewinnen als der vagen Spekulation.

Der "romantische" Naturforscher JOHANN WILHELM RITTER etwa erwartete in der Natur überall "**Polaritäten**", und nachdem der Astronom WILHELM HERSCHEL jenseits des Rot im Sonnenspektrum die unsichtbare,

mit dem Thermometer jedoch nachweisbare, in ihrem Wesen damals unverstandene "Wärmestrahlung", die "infraroten Strahlen", nachgewiesen hatte, überlegte RITTER nach eigener etwas dunkler und nach der Reihenfolge der Gedanken nicht ganz eindeutigen Darstellung, daß sich wegen der "Polarität" auch am anderen Ende des Spektrums, jenseits des Violett, auch eine unsichtbare Strahlung befinden müßte (KARSTEN 1889, A. KLEINERT 1984, MCRAE 1975). SCHEELE hatte schon 1777 gefunden, daß "Hornsilber", das heißt das Silberchlorid späterer Nomenklatur, durch violett Licht mehr als durch andere Spektralbereiche zersetzt wird. RITTER setzte 1801 "Hornsilber" (Silberchlorid) den verschiedenen Spektralfarben im dunklen Raum aus und fand im unsichtbaren Bereich jenseits des Violett sogar eine stärkere Zersetzung des Silberchlorid als im Violett selbst. Damit hatte er die Existenz eines Etwas jenseits des Violett, die spätere "ultraviolette Strahlung" des elektromagnetischen Spektrums, nachgewiesen. Wie er dann begründete, wäre auch Licht in Analogie zu den elektrischen und magnetischen Polen mit 2 Polen ausgestattet, dem "Nordpol" im Rot und dem "Südpol" im Violett mit Grün im "Äquator", um den sich die Pole symmetrisch gruppieren. Da RITTER in der Silberchlorid-Zersetzung jenseits des Violett "Desoxidation" sah, sollte sich jenseits des Rot gemäß seiner Polaritätsvorstellung eine Oxidation abspielen. Er will dort gefunden haben, daß Silberchlorid noch heller wurde, aber es ist nicht eindeutig, ob dies nun ein Beobachtungsfehler auf Grund seiner theoretischen Erwartung war oder sich unbekannte Zusätze im Silberchlorid befanden, die von der Wärme beeinflußt wurden. Den späteren Vorstellungen vom elektromagnetischen Spektrum mußte absurd erscheinen, wieso Rot und Violett als "polar" entgegengesetzt wurden, waren sie doch Teile eines viel längeren elektromagnetischen Strahlenspektrums, aber zur Zeit von RITTERs Forschungen war nicht einmal die Wellenlehre des Lichtes anerkannt und bestand damit noch nicht die Vorstellung von "unsichtbaren", aber an das sichtbare Licht sich anschließenden "Wellen" (J. - P. GUIOT 1985), weshalb überhaupt die Ultraviolettstrahlung keinen Eingang in folgende Physikbücher fand. Immerhin hatte RITTER selbst von "Sonnenstrahlen" jenseits des Violett gesprochen, unterschied zwischen Licht und Sichtbarkeit infolge einer Eingrenzung des Sehvermögens der Menschen.

Eine andere in der Zeit der "romantischen Naturphilosophie" behauptete Annahme war die vom **Zusammenhang aller Naturkräfte**, die sich auch darüber hinaus bewährte. Es gab ausreichend ältere Hypothesen über den

Zusammenhang von verschiedenen Naturerscheinungen, die sich **nicht bestätigen** ließen. Als "Aberglaube" wurde die noch im 17. Jh. von manchen Gelehrten vertretene Annahme einer Entsprechung von "Mikrokosmos" und "Makrokosmos", wonach etwa jedem wichtigen Organ des Menschen, dem "Mikrokosmos", ein Himmelskörper zugeordnet war und auch jedes Metall einem Himmelskörper, Sonne, Mond oder einem Planeten, zugehörte.

Überzeugt vom Zusammenhang der Naturkräfte ließ der dänische Naturforscher HANS CHRISTIAN OERSTED 1809 von der Kgl. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften die Preisaufgabe stellen, festzustellen, ob die Drehung der Magnetnadel und andere physikalische Kräften mit gewöhnlichen "milden" Kräften wie dem Wind, der atmosphärischen Elektrizität, dem Nordlicht und auch den ungewöhnlichen Äußerungen der Naturkräfte wie Blitze, Erdbeben, Hurrikane in Einflußnahme stehen (R. C. STAUFFER 1957). OERSTED wußte um die Beobachtung der Seeleute über den entgegengesetzten Ausschlag der Kompaßnadel bei Blitzen. Im September 1801 hatte OERSTED auch mit dem "romantischen Physiker" RITTER experimentiert, der, in seinem "romantischen Denken", von einer Beziehung zwischen Magnetismus und elektrischem Strom überzeugt war (KARSTEN 1889). OERSTED vermutete ähnliches und suchte speziell nach einer Wirkung des fließenden elektrischen Stromes auf Magnetnadeln. Im Jahre 1820 gelang OERSTED die aufsehenerregende Entdeckung, daß elektrischer Strom eine **Magnetnadel ablenkt** (A. HERMANN 19, R. C. STAUFFER 1957). Da nach 1830 und auch am Ende des 19. Jh. romantische Spekulationen allgemein abgelehnt wurden, betrachteten die Forscher jetzt die romantisch geprägten hypothetischen Vorstellungen von OERSTED trotz ihrer Bedeutung für die Entdeckung von 1820 mit Widerwillen und sahen in der Entdeckung der Magenetnadelablenkung einen reinen Zufall. Der dem Positivismus nahestehende Chemiker WILHELM OSTWALD meinte zu OERSTEDs Weg zu der Entdeckung von der Magnetnadelablenkung, daß "die Natur ihre Geheimnisse sich gelegentlich auf den absurdesten Wegen ablauschen läßt" (zitiert nach: A. HERMANN, S. 116 - 122). Da in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. viel mit Volta-Säulen experimentiert wurde und auch Magnetnadeln ein häufig in der Nähe befindliches Laboratoriumsutensil waren, so wäre gemäß WILHELM OSTWALD durch irgendeinen Zufall vermutlich die Magnetnadelablenkung durch elektrischen Strom irgendwann gefunden worden. Aber die vielleicht in nüchtern denkender Zeit anrühige Hypothese vom Zusammenhang der Naturkräfte bei OERSTED hat eben durchaus die

Entdeckung nicht irgendwann, sondern zu einem früheren Zeitpunkt ermöglicht, und es ist deutlich, daß eine kühne Hypothese zu einem Erfolg führen kann.

Nachdem der eine Zusammenhang zwischen Naturkräften, der zwischen elektrischen Strom und Magnetismus, festgestellt war, wurden weitere Zusammenhänge erwartet und FARADAY suchte einen zwischen Magnetismus und Licht. FARADAY fand, nach langer Suche, daß ein magnetisches Feld die Polarisationssebene eines Lichtstrahles um einen gewissen Winkel dreht (J. TYNDALL 1870 / 1948).

Wurde auch von späteren **Kritikern** der "romantischen Naturphilosophie" öfters anerkannt, daß in der Naturphilosophie durchaus **Gedankenarbeit geleistet** wurde, so wurde doch gemeint, daß neue Erkenntnisse auf diesem Wege kaum noch zu erwarten waren. Der Embryologe THEODOR L. W. von BISCHOFF schrieb 1861 (S. 25) von "ausgezeichnete Denker", jedoch ebenso davon, daß, "wie große combinatorische Gaben sie auch besessen haben mögen" ihr "System dennoch in den Händen der großen vorurtheilsunfähigen Menge die nachtheiligsten Folgen herbeigeführt hat. Während unsere Nachbarn in Frankreich und England an der Hand der erfahrungsmäßigen Naturforschung von Entdeckung zu Entdeckung eilten, erschöpften sich in Deutschland die besten Köpfe mit schematischen Deductionen und unfruchtbaren Wortspielen. mit denen sie das Bewußtsein des Nichtwissens, diese erste und nothwendigste Quelle der Forschung, einschläferten und tödteten." Der Embryologe BISCHOFF sah als "Entdeckung" also reale, objektive Gegebenheiten und die schönsten Gedankenkombinationen rechnete er zu den wissenschaftlichen Erkenntnissen nicht. Bei anderen Forschern gab es eine viel schärfere **Gegenreaktion**, die sich manchmal jeder Hypothese abhold gebärdete und teilweise den Kult der nackten Tatsache betrieb. JUSTUS LIEBIG schrieb gegen die Philosophie SCHELLINGs schließlich: "Auch ich habe diese an Worten und Ideen so reiche, an wahren Wissen und gediegenen Studien so arme Periode durchlebt, sie hat mich um zwei kostbare Jahre meines Lebens gebracht; ich kann den Schreck und das Entsetzen nicht schildern, als ich aus diesem Taumel zum Bewußtsein erwachte. Wie viele der Begabtesten und Talentvollsten sah ich in diesem Schwindel untergehen, wie viele Klagen über ein völlig verfehltes Leben habe ich nicht später vernehmen müssen" (zitiert nach: A. HERMANN 1980, S. 123 / 124). Manche der Vertreter des dialektischen Materialismus sahen nach 1989 ihre vagen, angeblich einzig richtigen philosophischen Ansichten ebenso untergehen und sich selbst aus der Wissenschaft richtigerweise



ausgeschlossen. Anderswo nannte LIEBIG die Philosophie SCHELLINGs ein "mit Stroh ausgestopftes und mit Schminke angestrichenes totes Gerippe", die "Pestilenz, den schwarzen Tod des Jahrhunderts." "Kann man", meinte LIEBIG noch, "solche Schwindler Naturforscher oder Philosophen nennen, die den ersten Grundsatz der Naturforschung und Philosophie, nur das Beweisbare und Bewiesene für wahr gelten zu lassen, auf die gewissenloseste Weise verletzen?" Die "Naturphilosophie" schwebte für manche immer wieder wie ein dunkler Schatten über der Naturforschung. Der Mediziner CARL WEIGERT schrieb in Kenntnis dieses Denkens 1896 zu der Abstinenz von Hypothesen in der Medizin, daß man als Abwehrreaktion gegen die Naturphilosophie "die Gerüstarbeit bei der Verwerthung von Beobachtungen gar zu gering achtete, weil man immer in der Angst schwebte, eine neue Epoche der Naturphilosophie heraufzubeschwören."

### **Hypothesen über den Zusammenhang von Naturphänomenen - "Monismus"**

In Reaktion auf die ab etwa 1830 als Absurditäten empfundenen Auffassungen der "romantischen Naturphilosophie" wurde danach von den führenden Naturforschern die nüchterne Sachfeststellung bevorzugt und wurden Ideen über Zusammenhänge zwischen Naturerscheinungen manchmal als naturphilosophische Konstrukte als der Naturwissenschaft fremd abgetan. Aber Zusammenhänge drängten sich auch bei "nüchterner" Forschung regelrecht auf und schließlich waren Zusammenhänge trotz der Gefahr auch von Spekulationen stets ein Ziel der Naturforschung gewesen. Zusammenhänge, Gleichartigkeit bei verschiedenen Naturphänomenen entsprachen in vielem auch dem **Prinzip der Einfachheit** und der "**Denkökonomie**".

Die ältesten antiken Naturphilosophen suchten alle Dinge auf letztlich eine einzige "Essenz" zurückzuführen. Es ist eine alte, auf die griechische Naturphilosophie zurückgehende Auffassung, daß **die Mannigfaltigkeit der Dinge, die Vielfalt der Wirklichkeit, durch die wechselnde Kombination von wenigen Elementarbestandteilen** oder wenigen elementaren Prinzipien zustandekommt. EMPEDOKLES in der südsizilianischen Küstenstadt Acragas (Agrigento) verkündete die Lehre von den 4 **Elementarqualitäten**, den 4 "Elementen" Feuer, Wasser, Luft und Erde. HIPPOKRATES lehrte, daß im menschlichen Körper 4 "Säfte" sind, durch deren Ungleichgewicht Krankheit

entstehen sollte. Aus Abweichungen im Säftegleichgewicht erklärte HIPPOKRATES auch die unterschiedlichen psychischen Temperamente. Kritiker dieser Auffassungen lehrten eine andere Zahl von Säften oder Elementen, letzteres bei PARACELSUS im 16. Jh., blieben aber bei der Annahme von Elementarqualitäten. In der antiken Naturphilosophie brachten LEUKIPP, DEMOKRIT, EPIKUR auch die **Atom-Auffassung**, wonach unterschiedliche kleinste unteilbare Teilchen die Welt zusammensetzen, eine im 17. Jh. namentlich durch GASSENDI wiederaufgenommene "Lehre". Wurde mit der Entdeckung der Radioaktivität auch das bisherige Atom der Chemiker als aus verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzt erkannt, so bewährte sich die Vorstellung von Elementarteilchen. In der organischen Chemie erwiesen sich die so vielgestaltigen **Eiweiße** als Kombination einer einer relativ kleinen Zahl von etwa 20 Aminosäuren, die auch durch ihre unterschiedliche Reihenfolge (Sequenz) und räumliche Anordnung die Vielfalt der Eiweiße erhöhen. Die Zahl der dadurch möglichen Varianten übertrifft die der Individuen in der Organismenwelt und jedes Lebewesen außer eineiigen Zwillingen hat individuelle Eiweiße. Der **Code** der Vererbungssubstanz **Desoxyribonukleinsäure** basiert gar auf 4 Basen. Zusammenhang und Unterschiede kombinierten sich in beeindruckender Weise.

**Als allen Teilen der Welt** gemeinsam wurden **die ihnen innewohnenden Gesetze** und die der Welt zugrundeliegenden Prinzipien erkannt. Daß **Erde und Weltraum nicht prinzipiell verschieden** sind, meinte schon GALILEI, der bei seiner Beobachtung des Mondes mit dem neuen Fernrohr um 1610 dort Berge und Täler sah und den Mond eine andere Erde nannte. Das namentlich auf ARISTOTELES zurückgeführte 5. "Element", ein 5. Prinzip, die "Quintessenz", als die Substanz beziehungsweise das Prinzip der Himmelskörper, des Außerirdischen, lehnte daher GALILEI ab. ISAAC NEWTON führte den Fall eines Apfels und die Bewegung der Planeten auf dieselbe Ursache zurück, die Gravitation, womit die physikalischen Gesetzen als im "Himmel" und Erde gleichartig sah. Der französische Mediziner BICHAT (dtsch. 1802, S. 4) lobte um 1800 im Sinne seiner Zeit an NEWTON, daß er die dem Anschein nach so mannigfaltigen physischen Erscheinungen auf wenige einfache Prinzipien zurückführte und meinte von NEWTON: "Sein Genie fand das Geheimnis des Schöpfers, die Einfachheit der Ursachen vereiniget mit der Mannigfaltigkeit der Wirkungen." Sir ARTHUR EDDINGTON sah es im 20. Jahrhundert als den "normalen Fortschritt der Physik", daß sie "auf eine Vereinheitlichung aus"ging,

"welche die ganze Ordnung des Weltalls als das Ergebnis weniger, einfacher Ursachen aufzuzeigen versucht" (S. 62).

Die **Lebewesen** wurden in der "mechanistischen" Anschauung des 17. Jh. als komplizierte Maschinen, womöglich hydraulische Maschinen, angesehen, und es wurde damit das Unbelebte mit dem Belebten verknüpft. Der Anatom und Paläontologe CUVIER schrieb (1809, S. 51): "Der Zweck einer guten Methode ist, die Wissenschaft bey der man sie anwendet, auf so wenig Ausdrücke als möglich zurück zu bringen, indem man ihre Sätze zu der grösstmöglichen Allgemeinheit erhebt."

Wurde auf der einen Seite versucht, die **gesamte Natur** auf einheitliche Prinzipien oder Ursachen, etwa auf mechanische Vorgänge, zurückzuführen, so wurde wenn das nicht ging innerhalb von Fachbereichen versucht, möglichst viele Phänomene auf wenige Prinzipien oder gar ein einziges Prinzip zurückzuführen. Als im Ägäischen Meer vor der Insel Santorin bei Vulkanausbrüchen eine kleine Insel emporgestiegen war, führte in der Mitte des 18. Jh. der italienische Gelehrte ANTONIO-LAZZARO MORO (dtsch. 1751) (R. THOMASIAN 1974) von dieser einen Erfahrung her die Entstehung **allen** Festlandes auf Vulkanismus, auf aus dem Meere emporgestiegenes und Land emporhebendes Magma zurück. Auch des Geologen MORO Ansicht war (1751, S. 249) dabei, "daß die Natur in ihren Wirkungen allemal auf einerley Weise handelt." Dem Einwand, daß eine einzelne aufgestiegene Insel nichts beweist, trat MORO mit der Behauptung entgegen (1751, S. 258): "Denn die Natur handelt so beständig auf einerley Weise mit gleichförmiger ungekünstelter Einfalt, daß eine jede einzelne Naturbegebenheit, die auf eine gewisse Art, und vermittelt der dazu bestimmten wirkenden Ursache zu Stande kommt, völlige Versicherung geben kann, die Natur habe sich vorhin in andern eben dergleichen Fällen nicht anders, als dieses mal mit ihrer Wirkung verhalten." Auch MORO bezog sich auf NEWTON, durch den die allgemeingültige Gesetzlichkeit in der Natur anerkannt wurde. Im 18. Jahrhundert hatte etwa der Alpengeologe HORACE BENEDICT DE SAUSSURE (dtsch. s. 1781, S. VII) gemeint, "daß die Kenntniß der größern Gegenstände und ihrer Beziehungen auf einander der Zweck sey, um dessen willen das Studium ihrer kleinern Theile vorgenommen wird." GOETHE sucht die Gemeinsamkeiten im Bau der **Blütenpflanzen**, sah im Bau der Arten **Metamorphosen**, zurückführbar womöglich auf eine Urpflanzen.

Die Naturforschung gerade im 19. Jahrhundert fand etliche außerordentlich wichtige Zusammenhänge im Naturgeschehen, die auf Tatsachenfeststellungen aufbauten. ERMAN (1814) verwies um 1815 darauf, daß Stoffe mit guter Wärmeleitfähigkeit auch gute Leiter der Elektrizität sind und Temperaturerhöhung die elektrische Leitfähigkeit verbessert, also Gemeinsames in den beiden Naturphänomenen Wärme und Elektrizität zu erwarten war. In den 40er Jahren des 19. Jahrhundert mündeten solche Feststellungen in die Erkenntnis von einem Zusammenhang der grundlegenden **physikalischen Phänomene**, also damals von **Licht, Wärme, Magnetismus, Elektrizität**, was im **Gesetz von der Umwandlung** beziehungsweise dem von der **Erhaltung der Energie** gipfelte. Zunächst waren diese "Agentien", wie sie RUDOLF CLAUSIUS (1885, S. 6) nannte, einzeln betrachtet worden, aber später "stellte sich mehr und mehr heraus, dass in dem Verhalten der verschiedenen Agentien Uebereinstimmungen vorkommen, die nicht zufällig sein können, dass sie in ihren Wirkungen beeinflussen, und dann sogar durch die Wirkung eines Agens ein anderes hervorgebracht werden kann." CLAUSIUS meinte dann (S. 27), daß "das Studium der Physik trotz des durch immer neue Erfindungen und Entdeckungen fortwährend wachsenden Materials, doch nicht schwerer, sondern eher leichter als zuvor geworden ist, und durch die Sicherheit der Schlüsse und die Klarheit des Erkennens eine Befriedigung gewährt, die man früher in ihm nicht finden könnte."

Mit der **Eigenumdrehung der Erde** waren schon bei COPERNICUS viele **Dinge** am Himmel **in Zusammenhang** zu bringen, so die gegenüber PTOLEMAIOS viel einfachere Deutung der Planetenbewegungen und dann der Jahreszeitenablauf. Im Laufe der Zeit kam Wichtiges hinzu: die Aberration, die schließlich gefundene Parallaxe von Fixsterne und deren Verbindung mit der ein Jahr betragenden Erdumdrehung, die Abplattung der Erde, die Drehung des Foucaultschen Pendels, die Passatwinde, die Wirbelbewegung der Zyklonen (H. POINCARÉ 1921, S. 205/206). Mit der Erkenntnis von der ehemaligen **Vergletscherung weiter Teile von Europa** 1875 wurden viele Dinge in der Landschaft, an **Landschaftsformen, verstehbar**, aber ebenso die Bodenentwicklung und die mit den postglazialen Klimaschwankungen wechselnde Ausbreitung von gewissen Pflanzengesellschaften, etwa die der 'pontischen' Pflanzen (W. WANGERIN 1914).

In der **Chemie** war von PROUT gemeint worden, daß **alle Atome Zusammensetzung** eines Uratoms, des Wasserstoff-Atoms, sind, des leichtesten aller Atome. Die aus einer Anzahl Wasserstoff-Atome bestehenden Atome hätten dann unter dem damals nicht vermutbaren Massenschwund ein Mehr- resp. Vielfaches des Gewichts vom Wasserstoff sein müssen. Waren sie aber nicht. Je genauer gerade auch wegen der PROUTschen Hypothese die Atomgewichte der verschiedenen Elemente bestimmte wurden, desto weniger war auch durch Annahme von Meßfehlern der Aufbau aller Atome aus Wasserstoff-Atom anzunehmen. BERZELIUS fand bei Chlor ein Atomgewicht von 35,5. DUMAS in Paris diskutierte dann kleinere Uratome, etwa vom halben Atomgewicht des Wasserstoff-Atoms oder von 0.25. Aber BERZELIUS wie der dann seinerzeit führende Bestimmer von Atomgewichten, der Belgier JEAN-SERVAIS STAS (A. W. VON HOFMANN 1892), erklärten die **Atome der verschiedenen chemischen Elemente** für voneinander verschiedene Wesen, **Wesen sui generis**, nicht aus einem allen gemeinsamen Grundbaustein aufgebaut, ohne Verbindung durch einfache Gewichtsbeziehungen, im Innersten wesensfremd nebeneinander stehend. Befriedigt hat das nicht und mußte mit der Entdeckung von Atombestandteilen auch korrigiert werden. FRITZ PANETH meinte beschrieb viel später, 1916 (S. 175), zu der Situation bei STAS: "Das Ziel universeller, philosophischer Welterklärung wurde dadurch zunächst beiseite gelassen, für die Chemie aber die Grundlage zu ihrer grossartigen Entwicklung gelegt. In der Beschränkung zeigte sich der Meister!" Mit eigenen Worten: Warte Philosophie, bis die Naturforscher ausreichend sicheres Material liefern!

Das durch den Russen MENDELEJEW und dem deutschen Chemiker LOTHAR MEYER um 1869 aufgestellte **Periodensystem chemischen Elemente** alle chemischen Elemente in einen Ordnungszusammenhang gebracht und damit die Erklärung der verschiedenen Eigenschaften der Elemente auf einheitlicher Grundlage angebahnt. Daß die Himmelskörper aus denselben chemischen Elementen bestehen, die auf der Erde bekannt waren, konnte dann durch die 1859 von BUNSEN und KIRCHHOFF ausgebildete Spektralanalyse erweitert werden, aber im 20. Jh. wurde deutlich, daß die Weiten des Weltalls nicht nur wie auf Erden zu beurteilen sind (J. P. OSTRICKER et al. 2001). AUGUST KEKULÉ hoffte 1877 (1929, S. 914) sogar: "Somit scheint jetzt wieder Hoffnung vorhanden, dass es gelingen werde, alle Eigenschaften der Materie mit Einschluss der Schwere, auf eine und dieselbe Kraft zurückzuführen".

In der **Biologie** wurde 1838 / 1839 durch MATTHIAS SCHLEIDEN und THEODOR SCHWANN die **Zelle** für **alle Organismen** als das Grundelement gefunden und später immer wieder neue Gemeinsamkeiten für alle Lebewesen festgestellt, so im 20. Jahrhundert die von den Mikroben bis zum Menschen reichenden Gemeinsamkeiten im Stoffwechsel und die Gemeinsamkeit der Vererbungssubstanz, der Desoxyribonukleinsäure (DNS), und ihrer Äußerungen. Nur deshalb können sich menschliche Gene, etwa das für Insulin, in Bakterien exprimieren.

Wieder auf die **gesamte Natur** hatte sich A. v. HUMBOLDT bezogen, als er in seinem Werke "Kosmos" (1845, S. 110 / 111) erstrebte, die "Verkettung" aller Erscheinungen, einschließlich der Einbeziehung des Menschenlebens in die Naturerscheinungen, darzustellen. Im Jahre 1828 hatte A. von HUMBOLDT das tiefe Fühlen für die Einheit der Natur (s. G. HOLTON 1998, S. 25) gefeiert. Der Naturforscher FRANZ WILHELM JUNGHUHN, der ab 1839 Java durchforscht hatte, gab 1855 (S. 371) als Ziel der Forschung, "die Erscheinungen in uns und rund um uns zu ergründen, um die Natur als Ganzes als Kosmos zu begreifen. ... Viele Wege leiten zu Einem Ziele. ... Wir erklären die Erscheinungen die wir antreffen und bringen sie in harmonischen Verband." Da wir den Gipfel dieser Forschungen noch nicht erblicken, "bauen wir uns vorläufig einen idealen Gipfel; ..."

Um die Mitte des 19. Jh. und danach erschien die "**Einheit in der Natur**" auch Wissenschaftspopularisatoren als bevorzugter Gegenstand ihrer Werke. Bei dem Wissenschaftspopularisator J. G. FISCHER hieß es (1853, S. 8): "... dieses Wiederzusammenfügen enthält erst die Sühne für jene unnatürliche Zerstückelung: die Natur besteht nicht aus Einzelheiten, aber wir können sie nur aus Einzelheiten erkennen!" Eine ganze Philosophie des **Monismus**, eine Einheitsauffassung, suchte der Biologe ERNST HAECKEL am Ende des 19. Jh. zu begründen. Wo Materie war, dort sollte nach HAECKELs Monismus auch "Geist", "Psyche" sein, und Geist sollte wiederum niemals ohne Materie auftreten. Die Psyche des Menschen sollte gemäß HAECKEL nur eine exzessive Steigerung jener Seelenkräfte sein, die schon im Reich der Atome, Moleküle und Kristalle vorkämen. Weil es richtigerweise möglich war, Phänomene wie Licht, 'Wärme'strahlen. Ultraviolett-Licht, Radiowellen als Teil des elektromagnetischen Spektrums zu sehen, meinte HAECKEL, daß noch ganze Vorgänge eine gemeinsame Grundlage hätten und schrieb (1903, S. 91):

"Die unwiderstehlich Leidenschaft", die in GOETHEs Roman die 'Die Wahlverwandtschaften' die Romanfiguren "Eduard zu der sympathischen Ottilie" und im zweiten Teil des 'Faust' "Paris zu Helena hinzieht und alle Hindernisse der Vernunft und Moral überwindet, ist dieselbe mächtige "unbewußte" Attraktionskraft, welche bei der Befruchtung der Thier- und Pflanzen-Eier den lebendigen Samenfaden zum Eindringen in die Eizelle (aber auch zur Aepfelsäure) antreibt; dieselbe heftige Bewegung durch welche zwei Atome Wasserstoff und ein Atom Sauerstoff sich zur Bildung von einem Molekel Wasser vereinigen." Mit solchen Äußerungen setzte HAECKEL seine insgesamt vielen brauchbaren Auffassungen berechtigter Kritik auch von naturwissenschaftlichen Seite aus, während von religiöser Seite sowieso nur Ablehnung zu erwarten war. HAECKEL hat im 'Nachwort' zur Ausgabe der 'Welträtsel' 1903 seinen Dilletantismus in diesen Dingen zugegeben, nur leider im Text oft zu wenig auf das Hypothetische seiner Darlegungen verwiesen. Im Interesse seiner Vorstellung von einer Allbeseeltheit der Welt schrieb HAECKEL im Alter sogar noch ein besonderes in Büchlein über die "Kristallseelen", in dem er Atomen Liebe und Haß zuschrieb und damit gar Verbindung und Trennung von Atomen durch ein psychisches Prinzip zu erklären hoffte. Das geschah immerhin zu einer Zeit, da NIELS BOHR sein Atommodell entwickelte und dieses ja wohl Anspruch auf eine gewisse Universalität erheben durfte, zugleich aber HAECKELs philosophische Vorstellung sehr antiquiert erschien. Von einem weniger berühmten Manne hätte man eine Schrift wie "Kristallseelen" wohl niemals als wissenschaftliche Arbeit angenommen. HAECKELs Weltbild war auch geprägt von **Evolution und** in ihr von **Kontinuität**. In dem Weg von einfach zu höher mußte es in den Stufen Divergenzen geben, die wohl auch einzeln zu untersuchen waren. 'Einheit' sah HAECKEL im graduellen Anstieg der Geistesfähigkeiten von den Tieren zu den Menschen und das gab es bei DARWIN auch. Bei aller 'Einheit' waren die Stufen in diesen Umbildungen mit Besonderheiten ausgestattet. HAECKEL sprach von sehr großen intellektuellen Unterschieden auch innerhalb der Menschheit (1903, S. 45), die er damit viel weniger als eine 'Einheit' sah, wie es wünschenswert gewesen wäre. Nur die Evolution als solche war dann die 'Einheit' Es heißt bei HAECKEL etwa 1903 (S. 53): "Die höheren Wirbelthiere (vor Allem die dem Menschen nächststehenden Säugethiere) besitzen ebenso gut Vernunft wie der Mensch selbst, und innerhalb der Thierreihe ist ebenso eine lange Stufenleiter in der allmählichen Entwicklung der Vernunft zu verfolgen wie innerhalb der Menschenreihe. Der Unterschied zwischen der Vernunft eines

Goethe, Kant, Lamarck, Darwin und der derjenigen des niedersten Naturmenschen, eines Wedda, Akka, Australnegers und Patagoniers ist viel größer als die graduelle Differenz zwischen der Vernunft dieser letzteren und der "vernünftigsten" Säugethiere, der Menschenaffen (*Anthropomorpha*) und selbst der Papstaffen (*Papiomorpha*), der Hunde und Elephanten." HAECKEL wiederholt diese nicht auf anerkannter Forschung beruhende Behauptung (S. 75). So war 'Einheit' nicht zu schaffen. Bei der Phänomenen des elektromagnetischen Spektrums war von 'höher' und 'nieder' sowieso nicht zu sprechen, etwa Licht als frühe Entwicklungsstufe gegenüber Radiowellen. **HAECKELs Monismus** war also **teilweise ein Wirrwarr**. Die Ablehnung religiöser 'Offenbarung' war richtig und wichtig und kam leider mit dem Wirrwarr in Mißkredit.

Unter den Physiologen der HAECKEL-Zeit war MAX VERWORN 1905 (S. 6) der Ansicht, daß die Naturwissenschaft nur dann als eine Weltanschauung betrachten darf, "wenn es gelungen ist, die gesamte Welt der Erfahrungen aus einem einheitlichen Prinzip herzuleiten, das auf allen Einzelgebieten das gleiche ist. Ein Pluralismus oder auch nur ein Dualismus widerstreitender Prinzipien in verschiedenen Erfahrungskreisen ist kein Endpunkt der Erkenntnis. Es liegt im Begriff der Erkenntnis, daß sie reduktiv wirkt, indem sie eine Vielheit der Dinge auf gemeinsame Prinzipien zurückführt." Der Erkenntnisprozeß müsse zu einem Monismus der Prinzipien führen.

Im 20. Jh. schrieb MAX PLANCK von der "Einheit des physikalischen Weltbildes". Gesprochen wurde etwa bei HEISENBERG von einer Weltformel, die wenigstens viel vom Weltgeschehen erfassen sollte. Universale einfache Gesetze sollten nach EINSTEIN das Geschehen im Kosmos erfassen können (G. HOLTON 1998). Auch in Konsequenz seiner Auffassung vom Allzusammenhang der Dinge hatte EINSTEIN in seinem Testament verfügt, daß die Asche seiner Leiche im Winde verwehen sollte, sich gewissermaßen wieder mit dem großen Zusammenhang zu vereinen. Gerade in der Gegenwart werden große Wissensgebiete, werden die zahlreichen Einzelfakten in ihnen durch **umfassende Theorien** vereint: viele Tatsachen der Chemie erhalten Aufklärung in der **Quantenchemie** mit ihrer Erklärung der chemischen Bindung, viele Tatsachen über Lebewesen einschließlich der Herausbildung und Zusammenhänge im Stoffwechsel finden Aufklärung im Lichte der **Evolutionstheorie**, die Tatsachen zur Entwicklung der Erdkruste münden in die **Theorie der Plattentektonik** - zusammenfassendes Bild der globalen Zusammenhänge (A. BRAUN et al. 2001).



## **Erkenntnis von "Diversität" - für die Praxis ebenso wichtig**

### **Kritik an den Hypothesen der "Vereinheitlichung" -**

Die Auffindung von Unterschieden in der Welt erschienen zahlreichen Forschern und vor allem auch Wissenschaft anwendenden Personen völlig richtig als ebenso wichtig, oft vielleicht sogar als wichtiger als die beschworene Einheit der Dinge. Die Einheit beschwörenden, oft weltfremden **Philosophen fühlten** sich aber **gern als besonders hochstehend** gegenüber jenen Fachleuten, die sich mit den Einzelheiten abgeben und vielleicht noch als "beschränkt" beschimpft wurden. Aber die Beherrschung der Dinge, die **Meisterung praktischer Angeldeneheiten**, hing stark **auch** mit der **Kenntnis der Einzelheiten** zusammen. Entdeckung von Diversität dürfte also nicht hinter der Auffindung von Gemeinsamkeiten stehen. Wer Einzelheiten kennt wie HUMBOLDT oder HAECKEL darf gern vereinigen, hat auch genug Praxis betrieben. Und für Lehre und Lernen, für die Erfassung der Welt, führt an Vereinheitlichungen kein Weg vorbei. Bis vielleicht auch aus den Differenzen wieder neue, auch vereinheitlichendes Begriffe entstehen. etwa der der Kleinstratigraphie oder der Populationen bei Tieren.

Alle **Planeten des Sonnensystems** kreisen nach ihnen alle zukommenden Gesetzen um die Sonne, aber jeder Planet ist physisch ein anderer. **Stern ist nicht Stern**, bei aller Vereinigung in Gruppen wie 'Rote Riesen' oder 'Weiße Zwerge'. Der **Chemiker** muß nicht nur die allgemeinen, für viele oder gar alle chemischen Verbindungen und Reaktionen zutreffenden Gesetzmäßigkeiten kennen, sondern eine vordergründige Aufgabe gerade für praktische Zwecke war immer die Trennung, die Identifizierung der unterschiedenen Substanzen, die Chemie als "Scheidekunst". Dasselbe Gas kann bei verschiedenen Reaktionen entstehen und um hier Durchblick zu gewinnen war ihre Identifizierung eine der großen und notwendigen Leistungen am Anfang der modernen Chemie im 18. Jh. (s. M. SUTTON 2010). Vielfach ist es nur eine einzige chemische Substanz, manchmal von einer anderen nur geringfügig in der Zusammensetzung unterschieden, die einem bestimmten Zweck besser als alle anderen genügt. Für bestimmte technische Dinge ist es oftmals eine einzige **bestimmte Metall-Legierung**, die den Anforderungen unter allen bekannten Legierungen optimal entspricht, und der Metallurg muß sie kennen und

einsetzen. Ebenso muß der **Arzt Diagnose** treiben, muß die spezifischen Krankheiten, behandeln, wissen, welche Krankheit auf bestimmte Heilmittel anspricht und die unterschiedliche Wirkung und Nebenwirkung der Heilmittel möglichst kennen. Die krankmachenden Bakterien haben gewiß ihre gemeinsamen Charakterzüge. Aber jede Erreger-Art, ja jeder Erreger-Stamm hat auch seine Spezifitäten, erzeugt spezifische Krankheitsbilder, erfordert oft spezifische Therapie. Die einzelnen Antibiotika haben teilweise ihr spezifisches Wirkungsspektrum gegenüber den einzelnen Erregern. Wehe dem Arzt, der sich nicht um das mühsame Erlernen der Einzelheiten bemühen wollte. Wehe dem Pilzsammler, der nicht zwischen **giftig und eßbar** auch bei nahestehenden und deshalb auf Gemeinsamkeiten hinweisenden Arten verzichtet. Bärenlauchblätter mit den Blättern der Herbstzeitlose zu verwechseln bringt nicht gedeihlichen Salat, sondern den Tod. Es ist eine 'Binsenweisheit', daß jede **Pflanzen Wasser und Licht** benötigen. Aber der Gärtner, die Floristin, die in Parks und botanischen Gärten Beschäftigten müssen auch Erfahrung über die unterschiedlichen Wasser- und Lichtansprüche der verschiedenen Arten und überhaupt Formen haben. Sonst ist es bald mit der Blütenpracht in Haus und Garten vorbei. Die "Urpflanze" hilft nicht bei der Feststellung der einzelnen Pflanzenvereine, der **Pflanzengesellschaften**, der Unterscheidung etwa der Wiesentypen. JOHN RAY, der im 17. Jh. den biologischen **Art-Begriff** prägte, nämlich, daß alle zu Fortpflanzung miteinander befähigten Individuen zu einer Art gehören, wollte die Artenzahl möglichst vermindern, und LINNÉ mit seiner Art-Erfassung war an klarer Art-Abgrenzung und - Definition interessiert. Aber die großen neuen Erkenntnisse in der Biologie kamen mit der Erforschung der Einheiten innerhalb der Arten, mit den Art-Hybriden, ja mit der Beachtung der Besonderheiten den Individuen, auch beim Menschen. In der Biologie wurde am Ende des 20. Jahrhunderts die Erhaltung der **Diversität**, wie sie etwa EDWARD O. WILSON betont, zu Recht zu einem wichtigen Ziel. Nicht nur die Arten als solche, auch die in den verschiedenen Regionen eines Art-Areals entstandenen Rassen, ja dort bestehenden Populationen, waren in ihrer Bedeutung zu erkennen. In der Erforschung der Ökologie der Pflanzen wurde immer wieder deutlich, daß ohne die Erkenntnis der Verschiedenheiten die Gebundenheit der Pflanzen an ihre Standorte nicht verstanden werden kann und auch, daß an demselben Standort die einzelnen Arten oder sogar Unterarten mit unterschiedlichen Eigenschaften und mit unterschiedlichen physiologischen Vorgängen ihr Leben bewerkstelligen. Pflanzen an trockenen Standorten benötigen alle eine gute Regulation und oft Herabsetzung der Transpiration,

erreicht wird das auf verschiedene Weise (O. STOCKER 1932) und auch im äußeren Aussehen gibt es verschiedene der Dürre widerstehende Typen: dornigstarr, d. h. sklerophyll, blattlos, sukkulent, nur kurzzeitig mit oberirdischen Teilen auftretende Pflanzen, oft Annuelle, die rasch Samen ausbilden und nur die Samen überdauern lassen. Die **Eiweiße** etwa haben eben nicht nur einen verbindenden chemischen Aufbau und manche jedenfalls vielen Eiweißstoffen zugehörige Eigenschaften, sondern eben auch ihre Unterschiede, die auch für die Medizin und für die Anwendung der Eiweiße sehr wichtig sein konnten. In der **Erdgeschichtsforschung** kann man im Pleistozän globalisierend etwa die Kalt- und Warmzeiten sehen, aber es ist für die Beurteilung der Klimaveränderungen im 20./21. Jh. wichtig, daß auch die kleinen Veränderungen in diesen Vorgängen, die Zwischenstadien, bekannt wurden, in denen sich schließlich auch verändernde frühe Menschengeschichte abspielte. Nur wenn die **Reformationsepoche im 16. Jh.** in ihren verschiedenen Stadien erfaßt, wird man ein Bild der bewirkenden gesellschaftlichen Kräfte erhalten, der Theologen, der Städte, der Ritter, der Bauern, der Utopisten, der Widerstehenden und anderer erhalten

Auch in grundlegenden Erkenntnissen mußte von Einheitsauffassungen zugunsten von Verschiedenheit Abschied genommen werden. Nicht im Sinne von Gegensatz, sondern im Sinne von **Diversität**, also Unterschieden, vom Unterschied zweier Wesenheiten war zu denken, als deutlich wurde, daß **Licht und Wärme nicht** wie etwa von LAVOISIER im 18. Jh. angenommen **Stoffe** sind, nicht alle "Agentien" unter "Stoff", "Substanz" (R. CLAUDIUS 1885) eingeordnet werden können, sondern Licht und Wärme sind etwas anderes, Kräfte, Imponderabilien, also die Grundlage der Dinge "Kraft und Stoff" sind. Später wurde allerdings erneut auch die Beziehung Energie und Stoff festgestellt. Auch waren andererseits die Kräfte wieder unterschiedlich, denn es zeigen Schall wie Licht beide als eine Wellenerscheinung den Doppler-Effekt (J. THIELE 19, A. E. WOODRUFF 19), aber Schall gehört nicht zu den elektromagnetischen Wellen, ist von Licht wesensverschieden. Es fiel die mechanistische Auffassung auch innerhalb der **Physik**, als am Ende des 19. Jh. namentlich das Elektron konstatiert wurde und die Elektrizität und dann die Atomkräfte als nicht-mechanisch erschienen.

Daß im fernen **Kosmos** möglicherweise (!) auf Erden unbekannte Entitäten existieren wurde im 20. Jh. zunehmend bewußt (J. P. OSTRIKER et al. 2001).

Es ist interessant, daß auch Historiker stritten, ob angeblich allgemeine Gesetze in der Menschengeschichte bestimmen oder ob das immer neue Individuelle das Wichtigere ist. Alle geschichtlichen Ereignisse nur unter ein Prinzip zu stellen, rief die Bedenken der Brüder ALFRED und MAX WEBER hervor ALFRED WEBER (1927, S. 31/32), Heidelberg, meinte: "Es wehrt sich in uns etwas dagegen, die Einzeltatsachen des Lebens dadurch ihrer Eigenbedeutung entkleidet zu sehen, sie als Unterglieder, als Teilmechanismen einer in ihrem Inhalt über ihnen stehenden und noch dazu einer gedanklich erkennbaren Gesamtentität aufgefaßt zu finden. während wir ganz deutlich ihren Eigenwert und ihre Einzigartigkeit spüren „," MAX WEBER.wird in etwa zitiert (bei PIETRO ROSSI in J. KOCKA 1986, S. 30) mit "das Ideal" in den **Geschichtswissenschaften** wäre die "Erkenntnis der Wirklichkeit in ihrer ausnahmslos und überall vorhandenen qualitativ-charakteristischen Besonderung und Einmaligkeit", das demjenigen der Wissenschaften entgegengesetzt wird, die die Absicht haben, "durch ein System möglichst unbedingt allgemeingültiger Begriffe und Gesetze die extensiv und intensiv unendliche Mannigfaltigkeit des empirisch Gegebenen zu ordnen." Und (P. ROSSI in J. KOCKA 1986, S. 31) so "... die Erkenntnis des Individuellen stellte für Weber eine ganz selbständige Erkenntnisaufgabe im Vergleich zur Erkenntnis von Gesetzen dar." Und auch (M. WEBER bei P. ROSSI in J. KOCKA 1986, S. 34): "Die Zahl und Art der Ursachen, die irgend ein individuelles Ereignis bestimmt haben, ist ja stets unendlich ..." So müßte man (ZIRNSTEIN) also jedes Land, jede Ausprägung etwa des ehemaligen Faschismus oder Sozialismus nicht über einen Kamm scheren und auch nach den Besonderheiten beurteilen. Begriffe wie 'Kapitalismus', 'Stadtwirtschaft' 'Imperialismus'. 'Feudalismus', Merkantilismus' wären notwendig, sind aber idealtypische Begriffe (zu M. WEBER bei P. ROSSI in J. KOCKA 1986, S. 40). Der Irrtum der Marxschen Theorie wäre gewesen, statt Allgemeinbegriffe idealtypisch zu sehen, "sie als empirisch geltend darzustellen, d. h. ihnen eine Wirklichkeit zuzuschreiben, die sie nicht besitzen, und so Theorie und Geschichte zu vermischen" (S. 41). Und "Eine Erkenntnis der geschichtlichen Wirklichkeit in ihrer Totalität ist nicht nur faktisch, sondern auch prinzipiell unmöglich" (S. 45). Wie E. J. HOBSBAWM (in J. KOCKA 1986, S. 87) hinzufügte: "Weber ist eine wertvolle und -manche mögen sagen - notwendige Ergänzung zu Marx oder auch ein Berichtiger von Marx, aber er kann ihn nicht ersetzen." Auch der Technikhistoriker FRANZ SCHNABEL, an der

Technischen Hochschule Karlsruhe, meinte einmal; "Ich wollte nämlich den jungen Leuten, die sich dauernd in der Welt der Kausalität bewegten, als Historiker zeigen, daß es eine Welt gibt, in der die Willensfreiheit des Menschen waltet" (zit. von EBERHARD WEIS in F. SCHNABEL 1988, S. 28). Aber wessen 'Wille' ist der 'Wille'? Und an etwas anderer Stelle meint SCHNABEL in Warnung an manche restaurativ denkenden Menschen in der Weimarer Republik: "daß noch jede Restauration von Überholtem und Ausgestorbenem vergeblich geblieben sei, ..." (S, 29). In vielem kann also mancher Wille nichts erreichen. In der Technikentwicklung spielt der menschliche Wille wohl eine entscheidende Rolle.

Nach einem **schicksalhaft determinierten Ablauf** sollte die geschichtliche Entwicklung in verschiedenen Kulturen bei OSWALD SPENGLER (1923) wie bei den Marxisten-Leninisten ablaufen und beide wurde **gründlich widerlegt**, allein durch die **Entwicklung in China**. Es kam nicht zu dem kommunistischen ewigen Endstadium, sondern zur Rückkehr der kapitalistischen Marktwirtschaft. Daß rechte populistische Parteien wieder so etwas wie den HITLER-Faschismus bringen, dürfte auch ein Irrtum sein. Bei manchen Ähnlichkeiten in vergleichbaren Situationen - jede solche Situation hat auch sehr viele individuelle Züge.

### **Angeblicher und begründeter Dualismus in der Welt**

Noch eher naturphilosophisch waren Auffassungen von "**Dualismus**", einer Zweiheit von Prinzipien, gar als **Gegensatzpaar** gedacht, so gegeben bei "belebt" - "unbelebt", "positiv" - "negativ", "Materie" - "Seele", was aber auch eine Diversität bedeutete. Der Begriff des Dualismus wurde früh verbunden mit dem Weltbild von RENÉ DESCARTES, der einen sterblichen und wie eine Maschine funktionierenden Körper von der unsterblichen und den Körper wenn nötig dirigierenden "Seele" unterschied.

In der Entwicklung der Physiologie beziehungsweise der **Biologie** wechselte die Vorherrschaft der "**mechanistischen**" und der "**vitalistischen**" Auffassung und damit die einheitliche oder nicht so einheitliche Erklärung der Lebenserscheinungen in den verschiedenen Epochen. Die 'vitalistische' Auffassung lieferte ein duales Materiebild, einen Unterschied der abiotischen und der belebten Materie. In der zweiten Hälfte des 17. Jh. und in einem Teil des 18. Jh. wurden die Lebewesen als "Maschinen", als kompliziertere mechanische Apparate gesehen, damit der lebende Körper und die unbelebte Natur abgesehen von der Menschenseele einheitlich mechanistisch erklärt. Für die Lebewesen bezweifelte dann im frühen 18. Jh. ERNST STAHL, daß die Mechanik alles erklärt, "fühlte", wie X. BICHAT (dtsh. 1802, S. 5) formulierte, "den Mangel an Uebereinstimmung der physischen Gesetze mit den Verrichtungen der Thiere", und es verbreitete sich wieder die Auffassung von den Lebewesen ihnen eigenen "Kräften", was die Natur dualistisch sehen ließ. JAKOB von UEXKÜLL schrieb 1920 (S. 57). "Die physikalische Lehre will die Naiven überzeugen, daß die von ihm gesehene Welt viel ärmer ist, da sie nur in einem ungeheuren und ewigen Wirbeltanz der Atome besteht, der rein kausal abläuft." Die biologische Lehre jedoch will den Naiven darauf aufmerksam machen, daß er viel zu wenig sieht, daß die wirkliche Welt viel reicher ist, als er ahnt, so, weil um jedes Lebewesen eine eigene Erscheinungswelt ausgespannt ist, die in den Grundzügen seiner Welt gleicht. Der Pflanzenmorphologe WILHELM TROLL meinte, daß die "Organismengestalten" nicht aus den chemischen Gestaltungsprinzipien erklärbar sind, daß in der Form, in der Gestalt etwas Eigenes zum Ausdruck kommt. Wirkstoffe "regen nur an", verwirklichen Potenzen, könnten dabei nicht allein die gestaltenden Faktoren sein.

Es erschien als ein Ausdruck zusammenfassenden philosophischen Denkens, wenn für Umbildungen in verschiedenen Bereichen der Natur der Ausdruck "**Evolution**" eingeführt wurde. So schrieb der Astronom Sir NORMAN LOCKYER 1900 von der "Inorganic Evolution" oder ALBRECHT UNSÖLD 1981 von "Evolution kosmischer, biologischer und geistiger Strukturen". Wenn schon der verknüpfende Begriff "Evolution" verwendet wird, sollte aber auch klar sein, daß die Evolution in der Organismenwelt mit der Vererbungssubstanz Desoxyribonukleinsäure auf einer ganz anderen Grundlage beruht als die Umbildungen in der anorganischen Natur. JAMES CLARK MAXWELL hatte 1873 in seiner Präsidentenansprache auf der Jahresversammlung der British Association for the Advancement of Science (aus L. BADASH 1966, S. 89)

gemeint: "No theory of evolution can be formed to account for the similarity of atoms..., for evolution necessary implies continuous change, and the atom is incapable of growth or decay, of generation or destruction".

### **Entdeckung von Diversität in der Natur**

Daß sowohl die Beachtung der **Diversitäten** wie die Feststellung der **Gemeinsamkeiten** in der Natur **zu einem ausreichenden Bild nötig** sind, beweist die Erforschung der stofflichen Zusammensetzung der Lebewesen. Zunächst beachtete man bei den Pflanzen und auch bei den Tieren die spezifischen Stoffe in ihnen, die durch spezifischen Geruch, Geschmack, Farbe, spezifische Vergiftungserscheinungen, Heilwirkung und anderes auffielen und die in der Heilkunde, als Gewürze, in Parfümerie und anderem, ob als das Herzgift Digitalin oder das als Aphrodisiakum dienende Moschus der Moschustiere. Es war überraschend, als im 20. Jh. die grundlegenden Gemeinsamkeiten im Stoffwechsel der Organismen, von den Mikroben bis zum Menschen, den überall fast gleichartigen Abbau etwa des Traubenzuckers zu Milchsäure oder Alkohol und Kohlendioxid auffand, ein Stoffwechsel, der sich seit den Frühstufen der Evolution herausgebildet hatte. Nun geriet die Beachtung der "Sekundärstoffe", der spezifischen Substanzen, teilweise ins Hintertreffen, wobei ihre industrielle Verwendung das Interesse an ihnen aufrecht erhielt.

Es waren großartige Leistungen, als es Chemikern wie HEINRICH WIELAND und ADOLF WINDAUS bis in die 30er Jahre des 20. Jh. gelang, die Strukturformeln etwa von Cholesterin, Cholansäure, Krötengift Bufotaxin, Digitalisglykosiden aufzustellen und auch etwa die Sexualhormone als ihnen chemisch ähnlich aufzuklären, mit 4 kondensierten Kohlenstoffringen, alles Verbindungen der Stoffgruppe der "**Steroide**" - womit gleichzeitig wieder beendruckte, was hier für ein großartiger stofflicher Zusammenhang in der Natur, zwischen Substanzen mit ganz unterschiedlicher Wirkung gefunden worden war (A. BUTENANDT 1960).

Der Pionier in der Erforschung von Seen, der Schweizer FRANCOIS-ALPHONSE FOREL war kaum ein Wissenschaftsphilosoph, aber es hatte wohl recht mit seiner Bemerkung über die **Beachtung des Individuellen** von Seen **und den Verallgemeinerungen**: "Jeder See ist ein Organismus der Erde, jeder verdient eine monographische Bearbeitung, die die Thatsachen der allgemeinen

Limnologie in das gehörige Licht setzt, die in ihm spezialisiert und individualisiert sind; gibt doch das Klima, die Höhe, die geographische Lage in einem bestimmten Kontinente jedem See sein besonders Gepräge.

Möchten Naturforscher und Geographen die zahlreichen verschiedenen Seen unseres Planeten nach allen Richtungen methodisch untersuchen! Dann werden unsere Nachfolger im stande sein, eine vergleichende Limnologie zu schreiben, so eingehend, wie sie heute noch nicht geschrieben werden kann."

Nicht nur die ganz bekannten Forscher haben Richtiges gesagt und Falsches auch. Bei FOREL zeigt sich die Weisheit auch eines Spezialisten!

## **Korrelationen, Koinzidenzen**

### **Koinzidenzen können nicht sicher einen Ursache-Wirkungszusammenhang stützen, können zu Fehlurteilen führen**

Die Feststellung einer Korrelation zwischen 2 (oder mehr) Erscheinungen ist zunächst nur eine Tatsachenfeststellung. Oft wird das auch quantitativ formuliert und der Korrelationskoeffizient zwischen zwei Erscheinungen ermittelt. Wird eine Korrelation beziehungsweise Koinzidenz ausgemacht, ist damit noch keine Hypothese über den Wirkungszusammenhang formuliert, aber es wird dann danach gesucht - und oft erfolgreich. Eine **Koinzidenz** zwischen 2 Erscheinungen **kann jedoch auch zufällig sein** und die beiden Erscheinungen stehen dann in keinem ursächlichen Zusammenhang, in keiner "cause-and-effect relationship" (W. B. COHEN 1980, S. 94). Es ist also mit der Feststellung einer Koinzidenz ein Problem gegeben, das noch der Analyse in Hinblick auf **Kausalität** bedarf.

CHARLES DARWIN (in: P. H. BARRETT 1977, S. 65) diskutierte nach Beobachtungen in Südamerika von ihm und A. HUMBOLDT, ob zwischen dem zeitnahen Auftreten von Vulkanausbrüchen und Erdbeben in weiten Räumen ein Zusammenhang besteht und sich das gar in bestimmten Abständen wiederholend auf ein großes unterirdisches Zentralfeuer verweist, warnte aber auch "We cannot be too cautious in guarding against the assumption that phenomena are connected because they happen at periods bearing some determined relation to each other

Koinzidenzen können sogar **zu einer verkehrt gesehenen Kausalität führen**. So wenn angenommen wurde, daß **Vorgänge in der Natur für Lebewesen**



**geschaffen** wurden. LINNÉs meinte einmal, daß der Wind vor allem in den Wochen weht, wenn die Pflanzen blühen und ihr Blütenstaub auf andere Blüten geweht werden mußte und wenn die Früchte reif sind und ihre Verbreitung zu geschehen hatte, und das stimmt im wesentlichen. Aber hier wie anderswo wurde sah man, hier LINNÉ ein Primat des Organischen, ein Primat der **Lebewesen, für welche die Dinge in der Natur eingerichtet wurden**. Aber wie vor allem mit DARWIN deutlich wurde, so mußten die Lebewesen gewiß der Umwelt angepaßt sein, aber waren für ihr Habitat ausgelesen worden, war das Habitat primär, ungeachtet aller Rückwirkung der Lebewesen auf die Umwelt. Verhängnisvoll war, daß aus Gesichtsausdrücken, aus der "Physiognomie", ja aus der Hautfarbe, auf moralische und intellektuelle Eigenschaften von Menschen, ja ganzen Völkern geschlossen wurde, also hier eine Koinzidenz für ganze Menschengruppen bestehen sollte. Das konnte sich sogar in einer breiten Öffentlichkeit verbreiten.

Wenn Dinge zusammenvorkommen, in Koinzidenz, kann leicht das wirksamste Prinzip verkannt werden. Aus Wein entsteht bei Luftzutritt Essig, und so wird Essig erzeugt, möglich auch aus gärenden Apfelschalen. Luft, Sauerstoff schien der einzig nötige Faktor für die Essigbildung zu sein. Und der Chemiker LIEBIG lehnte des französischen Kollegen PASTEUR Entdeckung ab, daß entscheidend die Anwesenheit von bestimmten Mikroben ist. Diese benötigen Sauerstoff, aber im natürlichen Geschehen, ohne chemische Eingriffe, geht es ohne diese auch als Kahmhaut auf der Flüssigkeitoberfläche erscheinenden Mikroben nicht. LIEBIG jedoch blieb dabei (S. 146): "... die Essigbildung aus Alkohol" geschieht "nicht bedingt ... durch einen physiologischen Proceß; die Essigsäure ist nicht ein Product der Mycoderma aceti, sondern das Product eines Oxydationsprocesses." Auch hier liegt ein Beispiel vor für das **Problem von Koinzidenz und Kausalität**, also von **Zusammenvorkommen und Ursache-Wirkungs-Verhältnis**. Zumindestens oft war bei der Essig-Bildung die "Essigmutter", waren die Mikroben dabei, aber sie wurde nicht unbedingt, also von LIEBIG nicht, als die Ursache der Essig-Bildung anerkannt.

### **Koinzidenzen wiesen auf Zusammenhang**

Es ließen sich Koinzidenzen auch nicht allein durch ausreichendes Zahlenmaterial ermitteln. In manchen Wissenschaften sind solche Koinzidenzen nicht in ausreichend häufigen Fällen festzustellen und dann mußte der Forscher

sich mit mehr qualitativ festgestellten Beziehungen begnügen. So war es teilweise in der Anatomie und Medizin, in der die Ermittlung von Koinzidenzen den Weg zu mancher Entdeckung geebnet hat. Auf dem Zusammenhang zwischen **spezifischen Erkrankungen von Patienten** und vom Normalen **abweichenden anatomischen Befunden** bei der Obduktion nach dem Tode der Erkrankten begründete GIOVANNI BATTISTA MORGAGNI in Padua 1761 mit seinem Werk über Sitz und Ursachen der Krankheiten die **pathologische Anatomie** (L. BELLONI 1974, B. MILT 1956). In solchen spezifischen abartigen anatomischen Befunden schon die Ursache einer Krankheit zu sehen, war eine unzulässige Verallgemeinerung, denn bestimmte anatomische Abweichungen können auch nur ein Glied in einer viel umfangreicheren Kette von Ereignissen in einem Krankheitsgeschehen sein. Hirninfarkt kommt bei Verstopfung der Blutgefäße zustande, aber die Blutgefäßverengung ist meistens Folge von Stoffwechselschäden, etwa bei Diabetes. Um die Funktion etwa von Schilddrüse, Nebenniere und anderen Organen zu ermitteln, schlug CUVIER vor, die **exzessive oder verringerte Ausbildung** solcher Organen bei Tieren **mit bestimmter Lebensweise** zu vergleichen, da etwa bei stärkerer Ausbildung das mit der spezifischen Lebensweise ihrer Träger **verknüpft** sein könnte. In der Mitte des 19. Jh. untersuchten etliche Mediziner, ob das Auftreten bestimmter **Seuchen** in der Geschichte mit bestimmten Ereignissen **verknüpft** war oder ob bestimmte Krankheiten in bestimmten Territorien mit spezifischen Eigenarten etwa des Klimas oder des Bodens bevorzugt oder gar ausschließlich auftreten. Die Beziehung im Auftreten bestimmter Seuchen zu historischen Ereignissen wie Krieg und Hungersnot untersuchte RUDOLF VIRCHOW. Die Bindung von seuchenhaften Erkrankungen an geographische Territorien versuchte AUGUST HIRSCH zu klären (H. H. LAUER 1972). Schilddrüsenvergrößerung, also Struma, "Kropf", kannte man schon bisher vor allem in Gebirgsländern, so den Alpen, und zwar so stark gehäuft, daß dort auch die Ursachen für dieses Leiden zu vermuten war. Es wurde später im Jodmangel der Gebirgswässer aufgefunden und damit hier eine **Koinzidenz** auch kausal gedeutet. Von Bedeutung für die Prophylaxe war, daß nach 1904 die **Dementia paralytica** oder Progressive Paralyse als Spätfolge der **Syphilis** erkannt wurde, weil gerade in Kreisen mit wechselndem Sexualverkehr, auch bei Offizieren, das Leiden oft auftrat (K. und U. MAURER 1999). Vor Syphilis war nunmehr besonders stark zu warnen beziehungsweise ihre restlose Ausheilung anzustreben. Von etlichen Anthropologen und Medizinern wurde im 19. Jh. vermutet, daß die **Hirnleistung mit dem Hirngewicht** zusammenhängt, und deshalb das

Gehirngewicht von verstorbenen bedeutenden Gelehrten wie in Göttingen des Mathematikers GAUß oder des Mineralogen HAUßMANN und zum Vergleich mit ihnen das Gehirn von geistig zurückgebliebenen verstorbenen Menschen gewogen. Eine eindeutige Beziehung zwischen Hirngewicht und geistiger Leistungsfähigkeit fand sich nicht, wobei dann etwa überlegt wurde, daß auch bei genialen alten Menschen das Gehirn an Masse geschwunden, etwas ausgetrocknet sein konnte. Gesucht wurde dann nach der Koinzidenz zwischen der Struktur der Gehirnoberfläche und der geistigen Leistungsfähigkeit. In der Hirnforschung wurden auch im 20. Jh. bewußt **Korrelationen zwischen den "materiellen Rindenvorgängen"** und den **"psychischen Vorgängen"** gesucht, um aus der Parallelität eine Kausalität der psychischen Gehirnleistungen zu ermitteln (H. BERGER 1933, S. 844). Der Jenaer Gehirnforscher und Physiologe HANS BERGER hoffte zuerst, Beziehungen zwischen der Gehirnleistungen und dem Blutumlauf im menschlichen Gehirn zu finden oder in meßbaren Temperaturveränderungen ein Parallelphänomenen zur Gehirnaktivität zu bekommen. Ergebnis dieser Untersuchungen war jedoch, es "hat sich dabei herzlich wenig ergeben, ..." Nach zahlreichen Vorarbeiten konnte er am 6. Juli 1924 erstmals Potentialschwankungen am menschlichen Gehirn ableiten, also ein **Elektroenzephalogramm** erstellen. Bei Gehirnkrankheiten zeigten sich Abweichungen dieses Elektroenzephalogramms. Die Ursachen dafür konnte BERGER jedoch nicht erklären, also die Deutung der Koinzidenz zwischen veränderten Hirnströmen und psychischen Erkrankungen blieb offen (H. BERGER 1937), aber die Ableitung der Elektroenzephalogramme konnte Menschen, vor allem Kinder, mit Hirnstörungen ermitteln und so auch sachgerecht behandeln lassen.

Wurden **bestimmte Merkmale der Pflanzen oder Tiere immer wieder in bestimmter Umgebung** gefunden, dann durfte der Schluß gewagt werden, daß diese Merkmale mit den Bedingungen der Umwelt in Beziehung stehen, spezifische "Anpassungen" sind. Auf diese Weise kamen zahlreiche **ökologische Erklärungen** zustande, die nicht immer unumstritten waren und die man versuchte noch experimentell zu belegen.

Von einer Koinzidenz zu kausalen Erklärung führte der Weg zu wichtigen Annahmen in der Vererbungslehre des 20. Jahrhundert, der **Chromosomentheorie der Vererbung**. Aus der Parallelität der Transformation von erblichen Merkmalen und der Weitergabe und Verteilung der Chromosomen wurde von WALTER SUTTON und THEODOR BOVERI unabhängig voneinander die Schlußfolgerung gezogen, daß **die Erbanlagen in den**

**Chromosomen lokalisiert (Chromosomentheorie der Vererbung)** sind. Durch H. HENKING, C. E. MC CLUNG, E. B. WILSON und NETTIE MARIA STEVENS (M. B. CHOQUETTE 1981) wurde gefunden, daß das männliche und das weibliche Geschlecht bei untersuchten Insekten, so bei Wanzen und dem Mehlkäfer *Tenebrio*, sich neben den äußeren Geschlechtsmerkmalen auch in den beiden Chromosomen eines Chromosomenpaares unterschieden. Das konnte ein Geschlechtsmerkmal wie viele andere sein und mit den anderen auf eine gemeinsame, noch unbekannte Ursache zurückgeführt werden, aber da es die Vererbungssubstanz betraf, wurde es bald als der den sexuellen Dimorphismus bedingende Faktor angesehen, als **Geschlechtschromosomen** an der Geschlechtsdifferenzierung ursächlich entscheidend beteiligt sind. Auch für die Nicht-Geschlechtschromosomen (Autosomen) wurde gerade an Ausnahme-Erscheinungen deutlich, daß jede erbliche Veränderung von Merkmalen von einer Abänderung in der Gestalt oder der Zahl der Chromosomen begleitet war und umgekehrt, eine Änderung bei den Chromosomen lief parallel zu Auswirkungen in den Merkmalen eines Organismus. BLAKESLEE fand beim Stechapfel (*Datura stramonium*), daß jedes seiner 12 Chromosomenpaare durch fehlerhafte Chromosomenverteilung bei der Kernteilung ein Zusatzchromosom aufweisen konnte. Er fand 12 verschiedene trennbare Abweichungen im Aussehen der Früchte, jede Abweichung von einer Abweichung in der Chromosomenzahl bei einem Chromosomen-Paare begleitet. Im Jahre 1930 (S. 1120) zog der Genetiker CURT STERN die Schlußfolgerung: "Die Arbeitsmethoden bestanden dabei in dem Nachweis, daß einerseits Besonderheiten in dem Chromosomenverhalten stets von denjenigen Besonderheiten des Erbganges begleitet waren, die man nach den cytologischen Besonderheiten erwarten mußte, und daß andererseits genetische Besonderheiten stets mit solchen cytologischen Besonderheiten zusammen vorkamen, wie man sie nach dem abnormen Erbgang erwarten mußte. Der Parallelismus zwischen normalem Chromosomengeschehen und normalem Erbgang konnte noch als zufällig angesehen werden, der Parallelismus zwischen den zahlreichen abnormen Vorgängen auf der einen Seite und den abnormen Vorgängen auf der anderen Seite ließ nur noch die Möglichkeit zu, daß es sich in beiden Vorgängen um verschiedene Seiten desselben Geschehens handelte."

### **Nichtlineare Korrelation**

Wenn Eis etwa im Nordpolarmeer schmilzt entsteht Wasser. Das dunklere Wasser hat einen viel geringeren Albedo, eine viel geringere Reflexion der Sonnenstrahlung als das Eis. Die dadurch bedingte stärkere Erwärmung läßt noch mehr Eis schmelzen. Die Vorgänge schaukeln sich gegenseitig auf.

### **Kausalität - Hypothesen über bewirkende Faktoren**

Für immer wieder auftretende Zusammenhänge die Wirkung eines Faktors anzunehmen, erschien schon früh in den Wissenschaften, und durchgängige Kausalität, der durchgängige Determinismus für alles Naturgeschehen, war ein oft beherrschendes Diktum, ein Grundsatz in der Wissenschaft.. Das erste, wonach ein "philosophischer Geist" bei der Wahrnehmung eines neuen Phänomens strebt, meinte JOHN HERSCHEL (1836, S. 148), wäre dessen Erklärung oder Zurückführung auf eine unmittelbare erzeugende Ursache. Es erscheint fast als eine Gesetzmäßigkeit in der Entwicklung der Wissenschaften, daß immer wieder von den Phänomenen auf Ursachen, eine immer tiefer zurückgehende Kausalität geschlossen wurde. Lieber manchmal unbewiesene Ursachen als keine - eine Gefahr in der Wissenschaft. Chemische Vorgänge kann man gewiß auch in Worten beschreiben. Ein Metall erhitzen liefert jedem Beteiligten dasselbe Bild. Die Interpretation war verschieden! Und die ganze Chemie ruht schließlich auf einer Kausalität, der Atomtheorie.

ARISTOTELES im 4. Jh. v. Chr. führte nicht alles Geschehen auf Wirk-Ursachen zurück, sondern sah auch Ziele (teleos), zu denen ein Vorgang hinführt, als "Ursache", und solche **Final-Ursachen** erörterten einige Biologen für biologisches Geschehen sogar nicht einmal gesprochen, deren Bestehen auch im 20. Jh. von manchen Autoren etwa für biologisches Geschehen erörtert wurde.

Die "**Agentien**" (Agenzien), mit denen die Natur zur auf materielle Gebilde einwirkt (J. HERSCHEL 1836, S. 198), waren oder gar sind allerdings oft **unsichtbar**, ja direkt unfaßbar, konnten lediglich aus ihrer Wirkung erschlossen werden - ein bisweilen zweifelhaftes Tun. Einst wurde das Geschehen in der Natur auch mit solchen "Ursachen" wie "**Gott**", dem "all-weisen Schöpfer" oder auch nur mit einem Begriff wie "**Natur**" kausal zu erklären versucht. Noch CARL LINNÉ (1776, S. 278) sah in der Mitte des 18. Jh. bei vielem Geschehen in der Natur das Werk des Schöpfers, der sogar dafür sorgte, daß die Winde im Herbst am stärksten wehen, wenn die Samen der meisten Pflanzen reif sind und

so mit günstigstem Erfolg verbreitet werden können. Die "Natur" sollte etwa nach der Ausdrucksweise von J. G. KOELREUTER (1761) festgesetzt haben, daß sich zwischen verschiedenen Pflanzenarten nur schwer **Bastarde** erzeugen lassen und diese oft unfruchtbar sind, um zu viel **Unordnung** in der Natur zu vermeiden. Dem Systematiker, dem Taxonomen, mußte das recht sein, um die von ihm aufgestellten taxonomischen Kategorien stabil zu halten. Der den Gasstoffwechsel der Pflanzen in wesentlichen Zügen aufklärende JAN INGENHOUSZ (1774, S. 130) schrieb über die vermeintliche Urzeugung grüner Algen in Gewässern: "Diese Entdeckung zeigte uns eines jener bis dahin unbekanntem Mittel an, derer sich die vorsichtige Natur bedient, um den nöthigen Grad der Reinheit im Dunstkreise zu unterhalten." BRONN schieb noch 1841 (S. 180), daß "die Natur" wohl den Untergang des ursprünglichen Art-Typus in neue Formen verhindern will und deshalb Bastarde meist nicht fruchtbar sind. Noch 1859 (S. 3) wird bei BRONN geschrieben von dem "Streben der Natur, das Festland allmählich auszubilden." Das war zunehmend Metapher, um das Unbekannte mit einem Begriff, eben "Natur", zu benennen.

Bewirkende Ursachen, die man an der Wirkung zur erkennen meinte, aber in ihrem Wesen nicht faßte, wurden spezifischer bis ins 19. Jh. als "**Kräfte**" bezeichnet - wobei auch dieser Begriff sehr großzügig benutzt wurde. Unsichtbar und direkt nicht faßbar war die "**Gravitation**", die Wirkung der "Schwerkraft", deutlich allein in ihren Wirkungen. In ihrem Wesen unverstanden blieben auch noch lange **Wärme und Elektrizität**, die so viel bewirken (J. HERSCHEL 1836). Bei vielen Phänomenen war es schwierig, sie eine Ebene tiefer auf eine Ursache zurückzuführen. Anstatt die Schwierigkeit zuzugeben, griff der verspottete Arzt bei MOLIÈRE in der Komödie "Der eingebildete Kranke" auf dessen eben schlafmachende Wirkung auch als Ursache zurück. Es wurde entsprechend bewundert, als der Apotheker SERTÜRNER um 1806 ein Morphin-Präparat aus dem Schlafmohn gewann und die Wirkung dieser Heilpflanze nunmehr nicht mehr in der ganzen Pflanze oder einem unbekanntem Prinzip bestand, sondern in einer faßbaren, abscheidbaren chemischen Substanz. Als bekannt wurde, daß manche Substanzen, namentlich Metalle oder Metallgemische, ohne selbst verbraucht zu werden für den Ablauf mancher chemischer Vorgänge anwesend sein müssen, schrieb BERZELIUS 1838 von "katalytischer Kraft". Später wurde der Terminus "Katalyse" benutzt. Nicht faßbar war auch die "**Lebenskraft**" oder gar die "Lebenskräfte", auf die lange Zeit alle ansonsten kausal unerklärten Lebenserscheinungen, so der Aufbau

organischer Substanzen im Lebewesen, zurückgeführt wurden. Der Physiologe MOLESCHOTT (1855, S. 366) warf allerdings den Physiologen vor, daß sie die Lebenskraft wie andere Kräfte außerhalb der Natur ansiedelten, weil es die "tief wurzelnde Neigung des Menschen wäre, "sich eine Reihe von Erscheinungen, deren Zusammenhang ihm räthselhaft blieb, in der Gestalt einer Persönlichkeit vorzustellen." Der eine Begründer der physiologischen Chemie, C. G. LEHMANN, meinte 1853 (S. 3), als in das molekulare Geschehen noch kein Einblick bestand und man nur die Ausgangs - und Endstoffe der Reaktionen fassen konnte, daß "Processe" "überhaupt nicht mit Händen zu greifen" sind, "diese wollen vielmehr errathen oder vielmehr verstanden sein. Der ursächliche Zusammenhang der Dinge, die logische Aufeinanderfolge der Erscheinungen wird nicht durch unsere Sinne percipirt; denn die Bewegung sehen wir nicht, wir erkennen sie nur aus dem Resultate der Veränderung."

Der "Kraft"-Begriff des 19. Jh. war mehr als das, was später "Energie" genannt wurde, und gerade mit dem Energie-Begriff, einer meßbaren Wesenheit, wurde der Begriff der "Kraft" mehr obsolet, obwohl etwa in der Technik noch von Wasser"kraft", Wind"kraft", "Kraft"werken" u. a. gesprochen wird. Im 20. Jh. werden die bewirkenden Ursachen für ein Geschehnis, oft nur vermutete, eher als "**Faktoren**" bezeichnet.

Es gab in der Entwicklung der Wissenschaften auch weitere oft **recht fiktive Annahmen von Ursachen**. In der alten Medizin wurde außer auf "Säfte" vieles auf "**Spiritus**" zurückgeführt, um normale und krankhafte Vorgänge zu erklären, Wesenheiten, die erst im 17. Jh. skeptischer betrachtet wurden. Der Anatom und Embryologe WILHELM HIS nahm an, daß der Keim aus verschiedenen Regionen, "**Keimbezirken**", besteht, die unterschiedlich stark wachsen. Bei diesem unterschiedlichen Wachsen sollte es Verdrängungen, Risse und andere Beeinträchtigungen der Keimbezirke geben, die dann zu den Falten und Wülsten führen, die schließlich zu den Strukturen und Organe im Keim führten. Das verschiedene Wachstum sollte streng vorgegeben sein und HIS hoffte für die "Morphe", die Form der einzelnen Spezies (1868, S. 211) eine Kausalerklärung: "so wird also die einzelne Form dann erklärt sein, wenn sie aus dem gegebenen Wachstumsgesetz vollständig abgeleitet ist." Unerklärt blieb bei HIS, warum die einzelnen Keimteile unterschiedlich stark wachsen.

Als "Erklärung" auch im Sinne von Kausalität diene für Sachverhalte mit Entwicklung die **Geschichte**, die **Genese**, gab es eine "historische" oder

"genetische" Erklärung, etwa im Sinne von: "Das kann man nur historisch erklären". Das gilt für die Erklärung der Struktur vieler Städte, die aus mittelalterlichen oder gar römischen Siedlungen hervorgingen und in späteren Jahrhunderten von Festungswerken umgürtet wurden (H. LÜBBE 1981) oder für die heutigen Grenzen vieler Staaten, die sich meistens in zahlreichen Auseinandersetzungen mit den Nachbarstaaten herausbildeten. Ebenso gilt eine "historische" Erklärung - neben chemischen und physikalischen Ursachen - für das Zustandekommen der Erdkruste, der Organismenwelt. Gerade für die **Organismen** kann Kausalität etwas Verschiedenes, Zweifaches, sein. Zum einen interessieren die Faktoren, die immer und stets Lebensgeschehen beeinflussen, also aktuelle, **aktuell wirkende Faktoren**. Zum anderen sind die Eigenschaften der Organismen, ihre anatomischen Merkmale wie die in ihnen ablaufenden physiologischen Vorgänge, nur auf Grund der langen Geschichte der Lebewesen, aus ihrer **Evolution**, zu "erklären." Die beiden Gesichtspunkte ließen sich nicht immer vereinen. ERNST HAECKEL sah in der Phylogenese, in der vorangegangenen Stammesgeschichte eines Lebewesens, einen ausreichenden Grund, dessen Keimesentwicklung mit ihren teilweise als Umwege erscheinenden Stadien ausreichend "erklärt" zu haben. Für WILHELM HIS (1870) und dann die übrigen Entwicklungsphysiologen erschien diese Erklärung als weniger wichtig und vor allem zu spekulativ, und sie suchten die **aktuell eine Keimesentwicklung bewirkenden Faktoren** zu ermitteln, zumal nur dieser beeinflußt werden konnten im Sinne einer eventuellen Lenkung der Keimesentwicklung. Es zeigte sich etwa, daß Organismen beim Fehlen bestimmter von außen zuzuführender Substanzen sich nicht voll entwickeln, etwa Jodmangel wie in den Alpen in manchen traurigen Fällen eher Monster als Menschen hervorbringt. Abnorme, das heißt normalerweise nicht vorhandene Faktoren, im Experiment etwa bei CURT HERBST eingesetzt, können zu Deviationen der Embryonalentwicklung führen, reichlicher Lithium-Ion zu verstärktem Wachstum des Entoderms, des inneren Keimblattes. Es fand sich auch, daß tierische Embryonen zur vollen Ausbildung mancher Strukturen auch "formative Reize" (C. HERBST 1901) benötigen, Einwirkungen, die etwa Muskeln zur Betätigung zwingen und sie damit sich voll ausbilden lassen. Eine ganze Kavalkade von Faktoren, unterschiedlich in ihrer Bedeutung und unterschiedlich in ihrer Wirkung bei den verschiedenen Arten, beeinflußt also die Embryonalentwicklung.



In zahlreiche Fällen wird ein Vorgang oder die Entstehung eines Naturkörpers auf eine einzige "Ursache", einen einzigen "Faktor" zurückgeführt, also "**monokausal**" erklärt. Aber viele Vorgänge sind von einem ganzen Geflecht von Faktoren, sind "**multifaktoriell**" bedingt.

Ob monokausal oder multifaktoriell, es war stets ein wichtiges Bestreben in den Wissenschaften, die bewirkenden Faktoren eines Vorgangs ausfindig zu machen. Sicherlich wurde gerade in der Physik eben immer wieder abstrahiert, vereinfacht, denn kein irdischer Körper fällt gemäß GALILEI's Fallgesetz. Jedes Geschehen, auch jeder Fallvorgang in der freien Natur mit Wind und Regen, vollzieht sich in einem Bedingungsgefüge von zahlreichen erfaßbaren oder gar nicht erfaßten Faktoren. LEHMANN vermutete 1853 (S. 15): "Wir wissen, dass wir es nie dahin bringen werden, alle Prozesse sowie sie im lebenden Körper vor sich gehen, künstlich nachzuahmen, da wir hierzu ebenso wenig die Bedingungen und Verhältnisse schaffen können, wie zur Bildung der Erze und Felsarten." Die Laborexperimente zur künstlichen Gesteinsherstellung kamen gewiß ebenso an Grenzen wie die Nachahmung aller Körperprozesse, obwohl das Wirken von "künstlichen Nieren", Dialysegeräten, wenigstens teilweise Einsicht in das Geschehen zeigen.

Je mehr Faktoren bei Vorgängen mitspielten, so in der Erdgeschichte und bei der Evolution der Organismen, aber auch bei den Stoffwechselprozessen mit ihren Enzymen und ebenso notwendigen Co-Faktoren, desto problematischer war ihre Ermittlung überhaupt und die Ermittlung des **Anteils der einzelnen Faktoren** am Geschehen im besonderen. Den Zusammenhang, das Zusammenwirken von verschiedenen Naturfaktoren, lebenden und unbelebten, erforschte im 20. Jahrhundert namentlich die **Ökologie**, vor allem die Synökologie oder Biozönologie, eine Wissenschaftsdisziplin, in der "vernetztes Denken" ganz wichtig war. Der Hydrobiologe beziehungsweise Limnologe AUGUST THIENEMANN weckte den Blick für diese Zusammenhänge, gemäß etwa dem Ausspruch: "Der Raum und das Leben, das ihn erfüllt, gehören zusammen. Umwelt und Lebewelt bilden eine Einheit; man kann keines der beiden Glieder dieses Ganzen für sich, ohne Hinblick auf das andere verstehen" (zitiert aus W. OHLE 1961, S. 1). Das Vorkommen von Pflanzen an bestimmten Standorten in bestimmten Regionen ist abhängig sowohl von klimatischen Faktoren wie von edaphischen, also Boden-Faktoren, und für die Lehre werden sie notwendigerweise zunächst einmal aufgegliedert. Aber die Höhe der Niederschläge wie auch die Vegetation selbst sind bestimmende Faktoren der Prozesse der Bodenbildung, der Entstehung der Bodentypen, die bewirken, ob

Salze im Boden in den Untergrund gewaschen werden oder mit Verdunstungswasser nach oben steigen, ob sich Humus anhäuft oder rasch zersetzt wird.

Es wurde sogar bezweifelt, ob man von einzelnen Ursachen, auch im Gefüge, überhaupt sprechen sollte. DRIESCH schrieb 1906 (S. 59): "Im allgemeinsten Sinne wird Ursache eines Vorganges diejenige Konstellation von Naturfaktoren genannt, welche vollständig erfüllt sein muss, damit er eintrete". Der Physiologe MAX VERWORN suchte den Tatbestand der Faktorenkonstellation für das Zustandekommen von Vorgängen sogar in einer neuen Philosophie festzuschreiben, die er "**Konditionalismus**" nannte. Die einzelnen Faktoren eines solchen Bedingungsgefüges tragen bei aller Notwendigkeit der Anwesenheit aller jedoch wohl unterschiedlich zu einem Geschehen bei und nur einer dieser Faktoren oder wenige sind die Auslöser zu einem Ereignis, beispielsweise zu einer Veränderung. HENRI POINCARÉ (dtsch. 1921, S. 38) formulierte wie im Geiste des Konditionalismus: "Wenn alle Teile des Weltalls in einem gewissen Maß miteinander in Verbindung stehen, so wird eine beliebige Naturerscheinung nie die Wirkung einer einzigen Ursache sein, sondern aus unendlich vielen Ursachen hervorgehen; man sagt oft, sie ist die Folge von dem Zustand des Weltalls im vorhergehenden Augenblick." Vielleicht sollte "unendlich" durch 'unzählbar' ersetzt werden und die Sache bleibt. Auch für physikalische Vorgänge sollte die Multifaktoriellität gelten (S. 31): "In der physischen Wirklichkeit veranlaßt nicht eine Ursache eine Wirkung, sondern eine Menge verschiedener Ursachen tragen dazu bei, sie hervorzubringen, ohne daß man irgendein Mittel hätte, den Anteil jedes einzelnen unter ihnen zu sondern." Und selbst für einen so einfach und eindeutig erscheinenden Vorgang wie eine Pendelschwingung sollte trotz Übertreibung solcher Betrachtung für den Alltag gelten (H. POINCARÉ 1921, S. 31): "Es ist ungefähr richtig, daß die Pendelschwingung nur von der Anziehungskraft der Erde herrührt; aber ganz streng genommen ist bis zur Anziehungskraft des Sirius keine, die nicht auf das Pendel einwirkt." In der Botanik meinte der Tübinger Pflanzenphysiologe ERWIN BÜNNING (1949, S. 79): "Es gibt in der Natur keine abgeschlossenen Systeme; alle physikalischen Systeme stehen miteinander in Wechselwirkung, und daher müssen auf ein bestimmtes Geschehen an einem System, sei dieses anorganischer oder organischer Natur, nicht nur die an diesem System vorfindbaren Ausgangsbedingungen wirken, sondern auch die gesamte übrige Natur." Und diese "übrige Natur" verändert sich ja andauernd auch. Und: "Gerade bei so labilen Systemen wie den Organismen spielen diese

Unterschiede in der kausalen Wechselwirkung mit der übrigen nicht genau kontrollierbaren Natur eine nicht unerhebliche Rolle, so daß wir in der experimentellen Physiologie immer mit Schwierigkeiten der völligen Reproduzierbarkeit eines Versuchs zu kämpfen haben und oft eine große Streuung der gefundenen Werte als unvermeidlich in Kauf nehmen." Man könnte ergänzen: Der Physiologe arbeitet mit Lebewesen. Das sind Individuen. Individuen sind, wie die Molekulargenetik noch viel besser als die klassische Genetik aufzeigt, unterschiedlich. Mit standardisierten, als genetisch einheitlich geltenden Stämmen wird im Falle von Bakterien wie der Weißen Mäuse experimentiert.

Ein Historiker, HANS-ULRICH WEHLER (1975, S. 26), schrieb einmal ganz lustig: "Es hängt keineswegs alles mit allem zusammen. Das ist ein typischer Trugschluß von Systemtheoretikern, aber auch von Historikern, die vor der Präzisierung einflußreicher, nachweislich wichtiger Faktoren in das Verlegenheitsabstraktum der allgemeinen Interdependenz bzw. in die Floskel flüchten, daß in der Geschichte eben alles miteinander zusammenhänge. Wer setzt sich schon gern dem Vorwurf aus, Komplexität nicht berücksichtigen zu wollen? Es hängt gewiß vieles mit vielem zusammen, viel auch mit dem Wichtigen, aber eben nicht unendlich vieles mit unendlich vielem:"

Beim multifaktoriell bedingten Geschehen kann sich die **Wirkung der verschiedenen Faktoren** auch im Verlaufe eines Geschehens **verändern**. Für eine **Pflanze** erwies sich für die Keimung und die ersten Wachstumsphasen etwa die Temperatur als wichtig, aber auch die Belichtung, und das Erblühen ist bei zahlreichen Arten vorzugsweise lichtbestimmt, wobei sich Kurztags- und Langtagspflanzen in ihren Ansprüchen an die Belichtungsdauer unterscheiden. In der Botanik wurde die **Ermittlung von das Pflanzenleben bestimmenden und beeinflussenden Faktoren** schon um 1900 auch mit spezifischen Apparaten, etwa mit "Klimakammern", vorgenommen, deren Prototyp auf den Leipziger Pflanzenphysiologen WILHELM PFEFFER zurückgeht. In diesen "Klimakammern" wachsen Pflanzen unter konstanten Bedingungen heran und es bestand die Möglichkeit nur **einen einzigen Faktor zu verändern**. Reagierten die Pflanzen darauf, war der veränderte Faktor für die Reaktion wahrscheinlich gemacht.

**Mancher Faktor** übt **mehrere Wirkungen** aus. Ein gegenüber dem Normalzustand erniedrigter Kohlendioxid-(CO<sub>2</sub>) wirkt auf die verschiedenen Prozesse in den Pflanzen, auf die Assimilation wie auf Atmung, die Kohlenhydrat-Speicherung, bei Pflanzen mit Knöllchenbakterien auf die Stickstoffspeicherung, hat Auswirkungen aber auch auf Zustände im Boden, in denen die Pflanzen wachsen (R. F. SAGE 1995). BÜNNING (1849, S. 56) sah, daß etwa bei den **Lebewesen** keine **einfache Ursache - Wirkung-Beziehung** zu erwarten ist, weder im Sinne von 'ein Hormon bewirkt etwas' noch darin, daß eine Induktion durch etwa ein Hormon nur einen Anstoß zu einem Geschehen in einem Organismus gibt, also eine Potenz freisetzt. Bei Organismen gibt es "nur eine in hochkomplizierten und geordneten Systemen ablaufende Wechselwirkung gleich unentbehrlicher Elemente, ..." (kursiv im Original), also ein Zusammenwirken der Komponenten, der 'Ursache' und des von ihm beeinflussten Materials.

**Angewandter Wissenschaft**, dem Eingriff in Dinge oder Vorgänge, deren "Beherrschung", ist durch allgemeines Zusammenhangsgerede nicht gedient, sondern nur durch Ermittlung der ein **Geschehen bedingenden "Ursachen"**, "Faktoren" und spezieller durch Kenntnis derjenigen Faktoren, die sich verändern lassen, etwa in der Pflanzenernährung durch Düngung oder in der Krankheitsbekämpfung durch Ausschließen krankheitsbedingender Faktoren.

Schritt man in der Suche nach bewirkenden Faktoren von Vorgängen tiefer in der Ebene, war eine untere **Grenze** der Erklärbarkeit anzunehmen. Irgendwann mußte ein Ende, eine letzte Ursache gefunden sein, jedenfalls eine letzte erforschbare. Religiöse Menschen sehen als eine solche "letzte Ursache" "Gott", aber es konnte weiter auch nach dessen Ursprung gefragt werden. Die menschliche Wissenschaft rührte damit an das "**Transzendente**", das nur schwer oder gar nicht zu überschreiten war.

Wurde der Auffindung von Kausalität so viel Wert beigemessen, dann erhob sich die Frage nach bewirkenden Ursachen bei allen wissenschaftlich erforschten Erscheinungen und es rief Verunsicherung hervor, wenn solche offenbar fehlten. Zu Beginn des 20. Jh. gelangte man für die **radioaktive Strahlung** an die Grenze der Kausalität. Nach der Entdeckung der radioaktiven Strahlung wurde im Sinne des Kausalitätsdenkens der Naturwissenschaften nach ihren "Ursachen" gefragt und gesucht. MARIE CURIE, mit ihrem Mann PIERRE

Entdeckung von Polonium und Radium, stellte die Hypothese auf, daß "der Raum unausgesetzt von Strahlen, ähnlich den Röntgenstrahlen, aber mit sehr viel stärker durchdringender Kraft ausgestattet, durchsetzt werde, die nur von gewissen Elementen mit sehr hohem Atomgewichte, wie Uran und Thor, absorbiert und dabei in secundäre photographisch und auf Gase ionisierend wirkende verwandelt würden" (auch: J. ELSTER und H. GEITEL 1898). CROOKES diskutierte, ob die radioaktiven Substanzen vielleicht einen kleinen Teil der "lebendigen Kraft" der Luft - oder Gas-Moleküle mit höherer Geschwindigkeit aufnehmen. JULIUS ELSTER und HANS GEITEL, bedeutende Physiker und Lehrer am Gymnasium von Wolfenbüttel, fuhren mit Proben von Pechblende, einer strahlenden Substanz, tief in ein Bergwerk in Clausthal im Harz ein in der Annahme, daß die von MARIE CURIE vermuteten den Raum durchsetzenden Strahlen nur geschwächt ankommen und weniger Wirkung als an der Erdoberfläche ausüben können. Die Strahlung der Pechblende blieb in den Bergwerkstiefen so hoch wie sie an der Erdoberfläche gewesen war. Von momentaner Strahlung von außen konnte die Radioaktivität der Pechblende jedenfalls nicht ausgelöst werden. ELSTER und GEITEL (1898) zogen um 1899 die kühne Schlußfolgerung, daß die radioaktive Strahlung **spontan in den Atomkernen** selbst **entsteht**, als eine "Atomenergie", jedenfalls unabhängig von aller Außeneinwirkung. Über eventuelle Kausalität im Atom, Wechselwirkungen zwischen Kernbestandteilen, konnte man damals nichts sagen. Es wurde schließlich von "**Akausalität**" gesprochen, von den ursachenlosen Vorgängen im zerfallenden Atom..

Auch in anderen Bereichen mußte der Einfluß von Außenfaktoren eingeschränkt werden, wenn auch innere Vorgänge Kausalität gaben. **Lebewesen** etwa erwiesen sich als **mehr "autonom"** als manchmal gedacht worden war. Die "Vererbung", die "**Vererbungssubstanz**", mußte die Individuen stark ausprägen und gab der Umwelt, die für das Leben trotzdem unabdingbar war und Grenzen für Leben setzte, eher modifizierende Einflüsse. Für das Lebensgeschehen, etwa die **Nerventätigkeit**, war angenommen worden, daß auch sie auf Faktoren namentlich oder ausschließlich von außen zurückgeht, aber ERICH von HOLST und KONRAD LORENZ erkannten, daß die Tätigkeit des Nervensystems nicht nur in der Reaktion auf Außenimpulse besteht, wobei die Art dieser Reaktionen, "Reflexe", von innen bestimmt waren, sondern vom Zentralsystem selbst gehen auch **autonome Impulse** aus, entstehen **endogen** im Nervensystem.

Für Phänomene, die sich nicht auf andere Faktoren oder Phänomene zurückführen ließen, verwandte GOETHE den von ihm eingeführten einprägsamen Begriff "**Urphänomene**". Hinter die "Urphänomene" sollte die Forschung nicht mehr dringen können. Sie mußten als die letzten faßbaren Gegebenheit hingenommen werden, im Sinne etwa von "Das Erforschliche erforschen und das Unerforschliche ruhig verehren." Umstritten mußte bleiben, ab **wann die Grenze** zu dem nicht mehr Erfassbaren erreicht ist. JOHN HERSCHEL (1836, S. 90) schrieb: "Wie weit wir überhaupt im Stande sein mögen, zu einer Kenntniß der letzten und inneren Prozesse der Natur bei der Hervorbringung der Phänomene zu gelangen, können wir auf keine Weise ausmitteln,...", aber es wäre relativ begrenzt. Es wäre, so HERSCHELs Hinweis, nicht einmal möglich, über die Bewegung der Körpergliedmaßen am menschlichen Körper zu einer Ursachenerklärung zu kommen. "Dieses eine Beispiel der Dunkelheit", schrieb HERSCHEL (1836, S. 96), "welche auf dem einzigen Acte directer Causation, von dem wir eine unmittelbares Bewußtsein haben, ruht. wird hinreichen, zu sagen, wie gering die Aussicht ist, daß wir in der Erforschung der Natur jemals zu einer Kenntniß der letzten Ursachen zu gelangen fähig sein werden, und es wird uns lehren, unseren Blick auf die Kenntniß der Gesetze und auf die Analyse der verwickelten Phänomene zu beschränken, wodurch diese in einfachere aufgelöst werden, welche wir, indem sie uns keiner weiteren Zerlegung fähig zu sein scheinen, als Ursachen zu betrachten einwilligen müssen". Oftmals könnten wir bis zur Äußerung mechanischer Kraft vorstoßen, und es ist die Spekulation erlaubt, "ob nicht diese Kraft die einzige auf materielle Wesen einzuwirken fähige sein möchte". Die Atomphysik des 20. Jh. hat mit der Auffindung der Elementarteilchen, zuerst der Protonen, Elektronen und Neutronen, chemische Eigenschaften und andere Phänomene auf Gegebenheiten der Materie zurückgeführt, an die einst nicht zu denken war. Nunmehr sind auch Kräfte und Beziehungen im Inneren der Atomkerne aufgeklärt worden, die alle einstigen Erwartungen an Kausalität übertrafen.

**Wegen der möglichen Faktorenviefalt unsichere Kausal-Hypothesen/  
Hypothesen über Ursachen gerade in der Geschichte der Natur und in der  
Menschheitsgeschichte**

In der Kosmologie und Erdgeschichtsforschung und auch anderswo, so für die Menschheitsgeschichte, gibt es Hypothesen, die gewiß auf **bestehenden Faktoren** aufbauen können, aber bei denen kritische Geister bald auf **Nichtbeachtung anderer, übersehener** verweisen konnten. Der Zoologe OTTO KOEHLER meinte schon für die **Biologie** insgesamt. "daß die unerhörte Komplkation der Erscheinungen ... sie zu einem Ausmaß der Theorienbildung zwingt, das das in Physik und Chemie Übliche weit übersteigt und das der Geisteswissenschaften fast erreicht." HALDANE (O. KOEHLER 1933, S. 174) verwies auf die zahlreichen Faktoren, die bei dem in den Grundzügen so einfach wirkendem Atmungsgeschehen. In der Kosmologie und Erdgeschichtsforschung und auch Biologie gab es also einen Wettbewerb der Ideen und wurden immer neue Gesichtspunkte der Erklärung eingebracht. Die Diskussion um solcher Hypothesen ist oft noch nicht beendet. Und warum sollten so anregende Debatten überhaupt ein Ende finden? Es ist auch so, daß sich **historischer Vorgänge nie so verifizieren** lassen wie physikalische, chemische oder physiologische Vorgänge. Man kann die Vorgänge nicht wiederholen. Es wären nach POPPER 'metaphysische Theorien', aber ihre 'Plausibilität ist "rational diskutierbar", 'überlieferte' "Daten sind die Kriterien der qualitativen Beurteilung einer geschichtlichen Theorie" (O. RIEPPEL 1983, S. 25). Wie (ZIRNSTEIN) aber, wenn ein Historiker dagewesene Konstellationen in seiner Gegenwart sich wiederholen sieht und das , vielleicht ein Krieg, tatsächlich eintritt, auf Grund seiner Theorie? Etwa im Falle von Übervölkerungskrisen?

Daß die mit den Erscheinungen auf der **Erdoberfläche**, mit der **Entstehung** von **Gebirgen und fossilführenden Ablagerungen** verbundenen Hypothesen, kaum in allen ihren Ursachen festzulegen waren, wurde schon den früh mit Geologie befaßten Gelehrten im 18. Jh. bewußt, ungeachtet der oft einseitigen Annahmen mancher Forscher. JOHANN JAKOB FERBER meinte 1778, S. 27 - das zitiert aus F. WENDLAND 1986, S. 751): "Nur zu oft und zu leicht übereilt man sich, oder folgert allgemeine Sätze aus den einzelnen Wahrnehmungen: ..." Und der Rußlandforscher PETER SIMON PALLAS warnte 1778 (S.7-8, zitiert bei F. WENDLAND 1986, S. 757) bei Hypothesen zur Gebirgsbildung, daß es den meisten nicht mangelt "an richtigen Bemerkungen und glücklichen Folgerungen; alle haben den Fehler, daß sich die Verfasser an wenige oder gar nur eine besondere Beobachtung und Ursach binden, ... und sich in eingebildeten Erklärungen und willkürliche Muthmaßungen verwirren."

Wie entstand die **Erde** und das **Planetensystem**? Bei T. C. CHAMBERLIN und F. R. MOULTON (s. H. QUIRING 1961, S. 260) etwa um 1916, indem aus der Sonne durch einen vorüberschreitenden großen Weltkörper eine Dunstmasse herausgezogen wurde, in der sich dann Zusammenballungen und Anziehung benachbarter Kleinkörper und Staubmassen sich vergrößernde Himmelskörper bildeten. Erklärt schienen die "nahezu einheitlichen Bahnebenen und" der "Linkumlauf der Planeten, die entsprechende Umlaufsrichtung der meisten Monde und die gleichsinnige Rotation der meisten Planeten." Aber im Unterschied zu den Meteoriten haben Erde und Mond keinen reichen Eisen- und Nickelbestand in der Oberkruste. Wird das eine erklärt, damit das andere nicht. Also wo nun die synthetisierende Erklärung? Falls die möglich ist? Wie kam es zu den **Eiszeiten**? ARRHENIUS dachte an geringeren Gehalt des von ihm als Treibhausgas ausgemachten Kohlendioxid-(CO<sub>2</sub>-) in der Atmosphäre wegen längerem erdweitem Ausfall der Einspeisung von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre durch Vulkantätigkeit. Der Geologe KOKEN (1909) entgegnete, daß die Vereisung der Permzeit nur auf der Südhalbkugel stattgefunden habe, der CO<sub>2</sub>-Gehalt kaum nur dort erhöht sein konnte und ihm die CO<sub>2</sub>-Hypothese überhaupt "nicht hinreichend gestützt" sei. Selbst, wenn CO<sub>2</sub> eine Rolle spielte, anderes mußte wohlhinzutreten. Der Serbe MILANKOVITCH hatte säkulare wiederkehrende Änderungen in der Ezentrizität der Erdbahn berechnet und damit die Wiederkehr von Eiszeiten als geklärt gesehen. NÖLKE (1941) aber fragte, warum es dann in der Erdgeschichte nicht viel mehr Eiszeiten gegeben hat. Nicht beweisbar erschien die Verknüpfung von Eiszeiten mit dem Auftreten von Novae im Weltall, bei HIMPEL. Novae verbunden mit Überlegungen zum kurzzeitigen **Aussterben** ganzer Organismengruppen, Entstehung vor allem ziemlich einmaliger **Lagerstätten** wie die der Salpetervorkommen in Nord-Chile, aber auch die Entstehung von Erdöl-Lagersätten, der **gesteinsbildenden Kalkabscheidung** etwa durch Pflanzen oder Meerestiere - gegen alle Ansichten gab immer wieder Einwände. Auch zur Entstehung des Dolomitgesteine, die Dolomitierung, konnte man jedenfalls über die Annahmen, wahrscheinlichere und unwahrscheinlichere, nur sagen: "im Bereiche des Möglichen liegen" und auch Laboratoriumsversuche konnten nur Beihilfe sein (P. DORN 1926, S. 175). Das **Aussterben der Dinosaurier** am Ende der Kreidezeit schien für viele durch einen Meteoriteneinfall geklärt, aber verwiesen wurde auch auf die etwa 500.000 Jahre dauernde Bildung von bis 50 km dicken Basaltschichten im Dekkan Indiens, ja auf eine neue den Sauriern nicht mehr bekommende Vegetation oder gar kleine Eiergelege fressende Säugeiere (T. HARDT et al.



2011, S, 32). Wird es Dinge geben, die wegen mehreren möglichen in Frage kommenden Faktoren **für immer offen bleiben?**

Die Dinge unterschiedlich zu sehen gab es aber nicht nur bei historischen Erörterungen, sondern auch bei **statischen**, festliegenden **Befunden**, so bei der Erörterung, in welcher Umwelt die präkambrische Ediacara-Fossilien lebten, an der Meeresküste oder gar an Land (G. J. RETALLACK 2013, S. 85 und die Einwände von S. XIAO, von L. P. KNAUTH 2013, S. 28/29).

**Vieles ist möglich. Manches ist wahrscheinlich. Mehrere Faktoren sind denkbar, ja unbedingt anzunehmen.** Nicht immer kann ein "Entweder - Oder" gelten, manchmal gibt es **auch ein "Sowohl - Als auch"** (O. WAGENBRETH 1979). Warum sollte es etwa nicht Kohlelager geben, in denen örtliches Material, also autochthones, sich mit eingeschwemmten, allochthonen, michten? Von der Erdölgeologie wurde von einem Weg "von der ursprünglich mehr oder weniger starren Doktrin zur Toleranz" gesprochen, was eine Vielfalt von Möglichkeiten offen läßt" und Ausnahmefälle anerkannte (A. BENTZ 1948, S. 189). Im Zusammenwirken der Fächer mußte die Chemie klären, wie Erdöl gemäß der Kenntnissen über Ab- und Umbau von Kohlenstoffverbindungen der Organismen hätte entstehen können und die Geologie mußte finden das Zustandekommen von Lagerstätten und ihre Verbreitung. In der Geologie der USA wurde um 1890 von GILBERT und T. C. CHAMBERLIN (1897) für die Methode der "**Multiple Working Hypotheses**" plädiert, für die Beachtung immer einer Mehrzahl von Arbeitshypothesen, namentlich in einem so komplexen Gebiet wie der Erdgeschichtsforschung.

Daß sich umfassende Theorien und Hypothesen in den einzelnen Bereichen über denselben Sachverhalt durch die Bewertung der bewirkenden Faktoren, in der Einschätzung der "Kausalität", unterscheiden können, ist in der **Evolutionsbiologie** der Fall. **Bei aller Einigkeit über die Tatsache einer Umwandlung der Organismen**, wurde etwa der Selektion, der Isolation, den verschiedenen Arten der Variabilität immer wieder unterschiedliche Bedeutung beigemessen und erst in der "Synthetischen Theorie" für eine große Zahl von Biologen eine gewisse Abklärung erreicht.

Fast noch mehr Faktoren werden angeführt, wenn es um Ereignisse der **Menschheitsgeschichte** geht. Warum gab es die Französische Revolution, in

Frankreich und nicht auch in Deutschland oder England? Warum gab es in Frankreich gegen die Revolution auch viel Widerstand, und nicht nur durch Adlige, sondern durch Bauern der Vendee? Warum gab es den Ersten Weltkrieg, den Nationalsozialismus? Natürlich werden zu alledem den Schülern Erklärungen angelernt. Manchmal änderten sie sich bald. Mit der "Wirtschaft" führte der Marxismus einen wichtigen Faktor ein. Aber war das alles? Etwa die Religion nur Randerscheinung? Geschichtsfaktoren - ausgedehnt bis zu dem Fakt, daß HITLER nur mit einem Hoden ausgestattet gewesen sei (Presse Dezember 2015). Zur "Geschichte der Menschheit" meinte ALBERT EINSTEIN (zit. bei P. FRANK (1979, S. 13), daß man sie "nicht auf einfache Formeln bringen" kann, weil da "so viele Einflüsse" zusammenwirken, "daß niemand die Zukunft vorhersagen kann" - wie es etwa die Marxisten behaupteten. Zur Erklärung für den Übergang von der Sammelwirtschaft zum Ackerbau zählte R. F. SAGE etwa 1995 11 verschiedene mögliche Ursachen und damit unterschiedliche Hypothesen auf.

### **Immer wieder auch Grenzen von in Lehre und Lehrbücher übernommene Auffassungen**

Was zeitweilig als sichere Erkenntnis galt, mußte so manches Mal zurückgenommen oder präzisiert werden. K. LORENZ schrieb 1941 (in 1977, S. 176): daß "die Annahmen der Theorie ins einzuordnender Material empirischer Tatsachen" "grundsätzlich" zur Entstehung immer jener "unerwünschten Nebengeräusche" führt, "die aus der unvermeidlichen Unvollkommenheit jedes natürlich gewordenen Systems - und andere gibt es für den Naturforscher nicht - herkommen" (Hervorhebung im Original). Beim kranken Tier kann es eben sein, daß der Verhaltensforscher nicht jenes Verhalten findet, daß er erwarten durfte - was natürlich nicht außerhalb von Naturgesetzlichkeit steht. In frühen Vererbungsversuchen mit einfachen, klaren Merkmalen wurde bei Kreuzungen gefunden, daß gewisse Erbanlagen, Gene, heterozygot rezessiv sind und nicht in Erscheinung treten. Das ist aber nach weiteren Untersuchungen, etwa bei menschlichen Erbkrankheiten (C. STERN 1968, so S. 675) meistens nicht so. Heterozygote lassen selten das rezessive Merkmal ganz verschwinden. Und auch Homozygotie kann sich unterschiedlich ausprägen. Bei der zystischen Fibrose oder **Mukovizidose** mit ihrer verhängnisvollen und etwa Lungentätigkeit und Pankreaszerstörung hindernden Verschleimung, die im Chloridgehalt von Sekreten wie Schweiß

nachgewiesen wird, gibt es unterschiedliche Schweregrade. Manche Heterozygoten für die Anlage weisen fast Überlappung mit den homozygoten Kranken auf und bei manchen von letzteren bleibt die Chloridkonzentration fast im normalen Bereich.

### **"Erklärung", Hypothesen über die Zurückführung von Erscheinungen auf andere**

"Erklärung" im Sinne des Zurückführens von Phänomenen auf andere kann der Kausalität zugerechnet werden, aber die Zurückführung von Phänomenen einer höheren Seinsstufe auf solche niederer Stufe hat auch Besonderheiten: man spricht von "**reduzieren**" (**Reduktionismus**) der Phänomene der höheren Seinsstufe. So gab es immer Versuche, das **Leben**, die Lebensvorgänge völlig auf "**physikalische**" oder "**chemische**" **Vorgänge** zu reduzieren, das heißt etwa: durch Physik und Chemie zu "erklären". "Leben" war dann nur eine Summe von zahlreichen physikalischen und chemischen Vorgängen, die Biologie löste sich fast in Physik und Chemie auf. Die "reduktionistische" Forschung, das "reduktionistische" Forschungsprogramm, ein nicht von Anfang an vorhandener Terminus, hat durchaus großartige Ergebnisse gebracht, fand Erklärungen für die meisten physiologischen Vorgänge, ob für die Nierentätigkeit oder die Tätigkeit der Drüsen. Der Pflanzenphysiologe WILHELM PFEFFER hat etwa die Wasserbewegung in der Pflanze auf Osmose zurückgeführt und damit erschien sie ihm "erklärt" ebenso wie die "Erklärung" der Bewegung der Mimosenblätter durch Turgorveränderungen in einigen Zellen. PFEFFER meinte (1897 b, S. 170; ähnlich 1897 a, S. 4): "Je weiter rückwärts man eine Erscheinung verfolgt, um so mehr erweitert sich der Kreis bewirkender und verketteter Ursachen, doch genügt häufig ein Zurückführen auf nächste oder nähere, noch eine weitere Zergliederung zulassende Ursachen, um eine vorläufig befriedigende Erklärung eines Phänomens zu geben und eine bestimmte Basis für Folgerungen und fernere Forschungen zu gewinnen. Alle Naturwissenschaft vermag überhaupt nur auf Grund der durch Erfahrung bekannten Eigenschaften abzuleiten, was unter gegebenen Bedingungen mit Nothwendigkeit erfolgt, und wenn der Physiologe auf empirische Qualitäten baut, welche Resultanten aus verwickelten Componenten sind, so verfährt er doch hierbei nicht anders als der Physiker, dem häufig eine Forschung einte, oder der Mathematiker, der die Folge aus Voraussetzungen zwingend darlegt, auch wenn er complexe Grössen in die Rechnung einführt."

Die **eventuellen Grenzen des "Reduktionismus"** festzustellen war für die Forschung auf jeden Fall wichtig. Als schon im 19. Jh. Morphologen den Physiologen ihr analytisch-zerlegendes Vorgehen vorwarfen, antwortete der auch als Anatom tätige WILHELM HIS (1870, S. 29) eher im Interesse der Physiologie: "Während die Physiologie sich den Vorwurf musste gefallen lassen, dass sie bei ihrem Bestreben nach moleculärer Zersplitterung die Einsicht verliere in das Wesen einheitlicher Organisation, gab sie der Morphologie den wuchtigen Gegenvorwurf zurück, dass deren sämtliche Vorstellungen von Organisationsplänen der belebten Schöpfung nur unklare, einer scharfen wissenschaftlichen Behandlung unzugängliche Conceptionen seien".

Der Reduktionismus in der Biologie wurde auch **zurückgewiesen**, versucht, das Leben auch durch **den Lebewesen eigene**, nicht-physikalische und nicht-chemische **Faktoren** zu erklären, zu ganzheitlicher oder synthetischer Betrachtung zu kommen. Morphologen führten vor der Deszendenztheorie die Formähnlichkeiten der Lebewesen auf abstrakte, in der Natur gegebene Ordnungsprinzipien, Baupläne oder dergleichen, zurück. Für die Keimesentwicklung schienen für manche Entwicklungsphysiologen physikalische und chemische Faktoren nicht auszureichen und sie postulierten **vitalistische Faktoren**, etwa DRIESCH (1899, 1901, 1902) die "Entelechie" und WOLFF, WOLTERECK, HERBST und andere schlossen sich in Varianten an. "Wer die Konstanten der Physik zulässt und durch sie den kritisch-philosophischen Rahmen der Naturwissenschaft nicht gefährdet sieht", meinte DRIESCH 1901 (S. 207), "der muß auch unsere Entelechie zulassen" und glaubte, daß auch biologische Phänomene wie die 'Resistenz' durch sie erklärt werden, die dann doch als Ergebnis von chemischen Prozessen der Antigen-Antikörper-Reaktion erklärt werden konnte.

Nicht dem Neo-Vitalismus verfallenen Biologen aber war immerhin klar, daß von der Evolution her zu erklärenden Eigenschaften nicht auf Physik und Chemie reduziert werden können, auch, wenn es chemische Eigenschaften, etwa bestimmte Färbungen, sind. Aber ungeachtet allen Fortschrittes in der Physik und in der Biochemie im 20. Jh., welche die Biologie zunehmend zu bestimmen schienen, haben namhafte Biologen, vor allem auch Evolutionsbiologen wie G. G. SIMPSON (1963) und ERNST MAYR darauf verwiesen, daß die 'Reduktion', die 'Erklärung' durch Physik und Chemie in der Biologie nicht

ausreicht. Die Lebewesen sind ausgezeichnet durch Merkmale, welche im Dienste der Lebenserhaltung stehen, welche 'Anpassungen' sind und welche sich in der Evolution durch Variabilität und Selektion herausbildeten. Ohne die Evolution wären die Anpassungen nicht entstanden. Die Frage nach dem 'Wozu', nach dem Nutzen einer Struktur oder eines Stoffwechselprozesses ist deshalb berechtigt, ist in der Biologie notwendig, unabhängig von der Erklärung der Lebenserscheinungen durch Physik. "In biology", schrieb G. G. SIMPSON 1963 (S. 87), "a second kind of explanation must be added to the first or reductionist explanation, made in terms of physical, chemical, and mechanical principles. This second form of explanation, which can be called compositionist in contrast with reductionist, is in Terms of the adaptive usefulness of structures und processes to the whole organism and to the species of which it is a part, and still further, in terms of ecological function in the communities in which the species occurs".

"Zurückführen" muß nicht bis auf Stufen eines anderen Seinsbereiches erfolgen, sondern kann wenigstens zunächst auch innerhalb eines Bereiches geschehen (H. THALER 1993). In den Medizin sah man zunächst den kranken Körper mit gestörten Säften. Namentlich seit MORGAGNI 1761 wurde eine Krankheit auf ein spezifisch erkranktes Organ zurückgeführt: Organpathologie. Aber es kann auch Schäden nicht von Gesamtorganen, sondern von einem einzelnen Zelltypus innerhalb eines Organs geben, etwa der Inselzellen in der auch aus anderen Zelltypen bestehenden Pankreas: Zellularpathologie, die schon VIRCHOW vertrat. Mit dem Elektronenmikroskop wurden innerhalb der Zellen die Organellen näher untersuchbar und gab es Organellenpathologie. Für viele Krankheiten, besonders Stoffwechselkrankheiten, mündete die Erklärung in Abweichungen der Erbsubstanz, der DNS: Molekularpathologie.

## **Allgemeine hypothetische Methodik und Prinzipien bei der Hypothesen - Aufstellung**

### **Prinzip der Einfachheit**

Schon früh wurde die "einfachere" oder vermeintlich einfachere Erklärung vor der vermeintlich komplizierteren als die bessere, die adäquatere bevorzugt. Das meinte schon ARISTOTELES, und im Mittelalter sprach WILHELM VON OCKHAM von der "Einfachheit" als dem "Rasiermesser" (razor), das die Hypothesen schied.

"Einfachheit" wurde einst als Werk der göttlichen Weisheit betrachtet, war Teil der göttlichen Weltordnung, diente damit auch als apologetisches Argument, und wurde damit auch gesucht.

Mit der DARWINschen Selektionstheorie konnte Einfachheit als Ergebnis der Selektion gesehen werden, wonach einfachere Naturkörper existenzfähiger sind. Aber auch ohne auffällige Bezugnahme zu solchen umfassenderen Konzepten sahen Forscher die "Einfachheit" in der Natur verwirklicht. NEWTON meinte: "Nature is pleased with simplicity, and effects not the pomp of superfluous causes" (zitiert aus: G. HOLTON 1998, S. 24). Als Lieblingsgedanke des Mediziners BOERHAAVEs am Ende des 17. Jh. wird angeführt, daß das Einfache ein Zeichen der Wahrheit sei und die weise Natureinrichtung bezeuge (s. J. MOLESCHOTT 1855). Der Mediziner STANISLAUS TÖLTÉNYI schrieb 1838 (S. XXIII): "Es lässt sich schon in Vorhinein behaupten, dass die Oekonomie, im grossen Leben der Natur, höchst einfach seyn müsse", obwohl er gerade voraussetzungslos die Natur darstellen wollte. Im 19. Jh. schrieben von einfachster Beschreibung der Natur KIRCHHOFF, HERTZ, MACH (s. W. ROUX 1905). EINSTEIN war der Ansicht, daß in der Natur die einfachste Mathematik gilt. Wegen ihrer Einfachheit wurde auch PROUSTs Hypothese vom Aufbau aller Atome aus Wasserstoff-Atomen gern gesehen und wurde dann, bei LANDOLT, nach subatomaren einheitlichen Partikeln gesucht (R. BRIBRAM 1911). Das Einfache als das bevorzugt Mögliche anzusehen, mochte auch in der Struktur des menschlichen Geistes liegen. Der Physikochemiker WALTHER NERNST (1921, s. 10) schrieb von der 'merkwürdigen Erscheinung'. daß "wir in der von der strengsten Empirie ausgehenden Naturforschung nirgends verkennen können, daß nämlich die einfachere Anschauung unter verschiedenen Auffassungsmöglichkeiten stets zielbewußt bevorzugt wird; und dies nicht etwa bloß aus Bequemlichkeitsrücksichten ..."

Bei "fiktiven" Hypothesen, die nicht unbedingt die Realität wiedergeben wollen, sondern lediglich Phänomene unter einheitlichem Gesichtspunkt ordnen, konnte das Kriterium der "Einfachheit" sowieso gebilligt werden. In der Natur ist "Einfachheit" schon schwieriger zu fassen, ja als "einfach" betrachtete Lebewesen, was mit dem Einfachheitskriterium nicht unbedingt etwas zu tun hat, weisen etwa Urinsekten (Apterygota), die Silberfischchen (*Lepisma saccharina*), eine bizarre und umwegige Fortpflanzung auf. Überhaupt zeigten sich Naturprozesse immer mehr als umwegiger als man unter "Einfachheit"

vermuten konnte. Für die Keimesentwicklung der Lebewesen glaubte WILHELM HIS sr. recht einfache, überall auftretende Vorgänge annehmen zu können, so ungleiches Wachstum der einzelnen Keimteile und dadurch bedingte Entstehung von Wülsten zu erweisen, daß die Formung des Keimes darauf beruht, daß die einzelnen Keimteile, die verschiedenen Regionen der Keimscheibe des Hühnerembryos, ungleich wachsen. Dadurch entstünden Wülsten, Falten und es setze die Strukturbildung ein.

Aber das Kriterium der Einfachheit konnte in der weiteren Forschung in vielen Bereichen nicht bestehen. Als die Annahme von HIS über die Vorgänge bei der Keimesentwicklung als **zu einfach aufgegeben** werden mußten, erörterte ROUX später (1904, S. 6): "Dabei wird die Annahme gemacht, daß das Einfachste auch das Wahrscheinlichste sei, eine Annahme, die nur für das Einzelgeschehen oft zutreffend ist, für Ketten von Vorgängen, wo wir sie in den organischen Gestaltungen vor uns haben, ganz unrichtig ist." Daß bei Kreuzungen etwa bei Pflanzen alles nach einfachem MENDEL-Schema abläuft, mußte zunehmend aufgegeben werden, denn es zeigte sich, daß "bei blindlings betriebenen Kreuzungsversuchen monohybride Bastarde, die nach der einfachen MENDELschen Regel aufspalten, seltener auftreten würden, als weit kompliziertere und schwieriger zu durchschauende Erbvorgänge" (K. LORENZ 1953, S. 40). Auf einfache Erklärungen setzte auch der nach den USA ausgewanderte Physiologe JACQUES LOEB. Er hatte gefunden, daß einseitige oder beidseitige Belichtung die Bewegungen von fliegenden Insekten je nach Lichtstärke steuert, "seine fundamental wichtige Entdeckung des Prinzips der Erregungssymmetrie" (O. KOEHLER 1933, S. 173), Aber LOEB glaubte, mehr damit erklären zu können, als sich erweisen ließ und OTTO KOEHLER warf ihm vor: "Loeb war ein Simplist, dessen 'Prinzip der Erregungssymmetrie' ihn dazu verführte, in grotesker Übersteigerung allen Organismen die Plastizität abzusprechen, weil sie bei gewissen von ihm untersuchten Steuerungsreaktionen nur gering war." KONRAD LORENZ in seiner Erforschung tierischen Verhaltens sah 1953 (S. 57) gegenüber einem Vortrag in Rostock von 1940, daß er anfangs vieles als zu einfach gesehen habe, wies nun zurück "Wer da glaubt, daß Einfachheit immer ein Zeichen von Wahrheit sei, ...". Man habe "einzusehen gelernt ..., wie groß die tatsächliche Komplikation ist, ..."

**Einheitliche Erklärung, "Denkökonomie"**

Mit dem Einfachheitsprinzip verwandt ist das Bestreben, die Vielfalt der Wirklichkeit auf wenige oder gar ein einziges Prinzip zurückführen und so Erklärungen, die dem dienen, vor anderen zu bevorzugen. Der im 19. Jh. führende Mediziner JACOB HENLE fragte sogar einmal (1841, S.127), ob im menschlichen Geiste die "immanente Neigung" wurzelt, "die mannichfaltigen Formen der Schöpfung auf einfache Ur-Theile zurückzuführen" und deshalb die Atom- und Monadenlehren des EPIKUR und LEIBNIZ zustandekamen, "unabhängig von aller Erfahrung und ohne Hoffnung, jemals durch dieselbe bewährt zu werden, ..."

Im 18. Jh. und 19. Jh. galt als Ideal, alle Dinge auf **Mechanik** zurückzuführen, wurden "**mechanische**" Erklärungen bevorzugt. Die hypothetischen Atome sollten sich wie kleine Kugeln verhalten, die aufeinander einwirkten, das heißt aneinanderstießen und auf die Gefäßwand drückten, den Gasdruck hervorriefen. Physiologen versuchten namentlich um 1700 und wieder nach 1844 möglichst alle Körpervorgänge mechanistisch zu deuten. DESCARTES beschrieb das Funktionieren des Herzens wie bei einer Art Motor. Gemäß etwa ALBRECHT von HALLER sollte vom Gehirn eine Flüssigkeit, "Fluido nerveo", wie in einer Drüse sezerniert werden und durch alle Nerven blitzschnell strömen und dann auf Muskeln wirken (s. S. TH. SOEMMERRING 1811). MACH hat das Bestreben, die verschiedenen Dinge auf wenige grundlegende Prinzipien zurückzuführen, als "**Denkökonomie**" gesehen. Als Anregung für diese Auffassung von Denkökonomie nannte MACH rückschauend (1910) seine einstige Verbindung mit dem Nationalökonom E. HERMANN, der überall das "wirtschaftliche Element" aufzuspüren suchte. Die Naturwissenschaft, meinte der Physiologe MAX VERWORN 1905 (S. 6), kann nur dann eine Weltanschauung als geglückt betrachten, "wenn es gelungen ist, die gesamte Welt der Erfahrungen aus einem einheitlichen Prinzip herzuleiten, das auf allen Einzelgebieten das gleiche ist. Ein Pluralismus oder auch nur ein Dualismus widerstreitender Prinzipien in verschiedenen Erfahrungskreisen ist kein Endpunkt der Erkenntnis. Es liegt im Begriff der Erkenntnis, daß sie reduktiv wirkt, indem sie eine Vielfalt der Dinge auf gemeinsame Prinzipien zurückführt." So sollte eben alles Geschehen im Organismus letztlich auf Vorgängen wie in der anorganischen Natur beruhen und nur die Kombination solcher Vorgänge mache das Leben aus. Der damals allerdings auch aufkommende Neo-Vitalismus war damit für VERWORN nicht annehmbar. Auch in der Erklärung von Einzelheiten des Lebensgeschehens wurde die



Erklärung nach möglichst nur einem Prinzip bewußt bevorzugt. Jedenfalls hat der Botaniker G. HABERLANDT (1933, S. 129), als für die durch taktile Reize erfolgende Blattbewegung der Mimosen zwei verschiedene wirkende Mechanismen diskutiert wurden, gemeint: "Es ist nun freilich immer mißlich, zur Erklärung eines anscheinend so einheitlichen Vorganges, wie es die Reizfortpflanzung bei *Mimosa pudica* ist, zwei ganz verschiedene Prozesse heranzuziehen, von denen bald der eine, bald der andere, vielleicht unter Umständen auch beide gleichzeitig in Aktion treten. Das widerstreitet der "Ökonomie des wissenschaftlichen Denkens."

Einen wirklichen Grund, alles nach einem Prinzip zu erklären, war allerdings nicht gegeben.

### **Hypothesen und Theorien aus ziemlich einmaligen Phänomenen**

Einen freien Fall kann man immer und jederzeit durchführen. In Geologie oder Biologie gibt es auch Verallgemeinerungen aus Phänomen, die nur an **einer** Stelle oder in einem Fall in nahezu Reinform zu beobachten sind. Um die Entstehung der Salzlager oder auch von Erdöl zu erklären wurde immer wieder und wieder auf die **Karabugas-Bucht** oder den den dortigen Adshidarija am Nordende des Kaspischen Meeres verwiesen (C. ENGLER 1900, S. 15). Immer wieder käme salziges Wasser über eine Barre in die Bucht und das dort verdunstende Wasser lasse Salz ausscheiden. Dies erscheint als das Modell für die Entstehung der großen Salzlager. Und dort hinein gelangte Lebewesen sterben und aus ihren Fettverbindungen entstünde Erdöl. Am einst weite Teile umspannenden Tethysmeer hätte es viele solche 'Kara-Bugas' gegeben und das erkläre wenigstens viele Salz- und Erdöl-Lagerstätten, so dargestellt bei dem russischen Geologen ANDRUSSOW am Ende des 19. Jh. Als ein Beispiel für die Erhaltung einer für viele ungünstigen Mutation erschien jene, welche die **Sichelzellen-Anämie** hervorbringt.

### **Analogie - Hypothesen**

Der Begriff der Analogie ist schillernd, oft unbestimmt. Analogien behaupten eine Wesensgleichheit oder wenigstens Wesensähnlichkeit von 2 oder mehr Phänomenen oder wenigstens von Teilen von ihnen.

Sind 2 Dinge, vielleicht zwei Vorgänge, zwei Phänomene, gleich, "wesensgleich", ist der Begriff der 'Analogie' nicht sehr sinnvoll. Der

Stoffwechsel des Menschen und wenigstens der höheren Affen ist trotz Unterschieden in so vielen Dingen wohl gleichartig, also kann man das auch so beschreiben und ist der Begriff "Analogie" überflüssig. Unterschiede im Stoffwechsel, besonders in pathologischen Dingen, etwa bei Diabetes, gibt es auch bei den verschiedenen Menschenindividuen.

In der vergleichenden Anatomie spricht man seit OWEN davon, daß die Flügel der Vögel und Fledermäuse **homolog** sind, aus denselben Strukturen zustandekamen und auch dieselbe Funktion haben, das Fliegen zu ermöglichen. Die Flügel der Insekten beruhen auf anderen Strukturen, werden daher **analog** genannt. Zum Fliegen, und zwar oft zum ausgezeichneten Fliegen, dienen auch sie.

Ein bloßes Bild bleibt und wird nicht dem Wesen der Dinge gerecht wird die Beschreibung der Fortleitung von **Elektrizität mit einem Wasserlauf**. Anders war es für den Vergleich Blitz und elektrischer Funke. Wurde nur eine Ähnlichkeit zwischen den elektrischen Funken im Experiment mit einer Reibungselektroskopmaschine und den Blitzen beim Gewitter gesehen, dann war der Begriff "Analogie" angebracht, jedoch mußte nach BENJAMIN FRANKLINs Feststellungen der Blitz wirklich als ein elektrischer Funken, ein sehr großer, angesehen werden. Das war mehr als ein äußerer Vergleich.

Eine der bedeutendsten, berechtigten und auch erfolgreichsten Analogie-Entdeckungen in der Biologie war, daß die grundlegenden Elementarbestandteile sowohl der Pflanzen wie der Tiere die **Zellen** sind. Für die Pflanzen wurde das behauptet und nachzuweisen versucht 1838 von MATTHIAS SCHLEIDEN, für die Tiere 1839 von THEODOR SCHWANN. In den Muskel- und Nervenfasern der Tiere Elementarbausteine zu sehen, die den so anders gestalteten Zellen der Pflanzen vergleichbar, ja wesensgleich sind, war um 1840 weitaus weniger selbstverständlich, als es die heutige gefestigte Lehrmeinung nahelegt. Gewiß gibt es auch Eigenheiten der Tier- und der Pflanzenzellen. Aber in den wirklich wesentlichen Zügen, in der Rolle für den Stoffwechsel, mit den Mitochondrien, in der Vererbungssubstanz, in der Wirkung der Vererbungssubstanz sind die Vorgänge in den Zellen der gesamten Organismenwelt doch prinzipiell gleich, wenn auch mit gewissen Abweichungen bei den Bakterien.

Der Analogie-Begriff befindet sich also in einem umstrittenen Raum, zwischen Wesensgleichheit und sinnlosem Vergleich. Daß Analogie zu manchen wichtigen Ideen, ja Forschungen Anregungen gab, ist dabei unbenommen.

Der Analogie-Begriff wird vor allem für Vorgänge, für Phänomene, benutzt. War die eine von zwei Erscheinungen bis zu einem gewissen Grade geklärt, so wurde bei Analogie angenommen, daß auch die andere mehr oder weniger aufgeklärt war. Bei zahlreichen Analogien wurde nicht mit der völligen Wesensgleichheit der verglichenen Erscheinungen gerechnet, sollten eben nur einige Züge ähnlich und vergleichbar sein, was aber auch erleichtern sollte, einen Sachverhalt wenigstens bis zu einem gewissen Grade zu verstehen. Analogien brachten "Erklärung" des einen durch ein Anderes. MACH formulierte (1894 / 1903, S. 277) für die Physik, daß Analogie "ist ein wirksames Mittel, heterogene Thatsachengebiete durch einheitliche Auffassung zu bewältigen. Es zeigt sich hier deutlich der Weg, auf dem sich eine allgemeine, alle Gebiete umfassende physikalische Phänomenologie entwickeln wird."

**Gleichnisse**, so etwas wie Analogien, gibt es schon in der Antike, ja wurden offensichtlich damals sehr gern verwendet. Das Neue Testament der Bibel ist voll von meistens auf äußere Ähnlichkeiten zielenden Gleichnissen, so mit dem versäumten Kauf von Öl zum Brennen der Lampen bei den törichten Jungfrauen, die sich verhalten wie Leute, die den Blick auf die Gott und die himmlische Ewigkeit vernachlässigen. PLATON (H. POSER 1989) brachte das Höhlengleichnis, um die Stellung des nach Erkenntnis suchenden Menschen gegenüber der Welt beschreiben. Der Mensch lebe wie in einer Höhle, sehe die wirkliche Welt nur sehr gebrochen, etwa als Schatten auf den Höhlenwänden, schließe aber aus solchen Schatten auf die Wirklichkeit.

Auch dort, wo es sich durchaus um Wissenschaft handelt und Erklärungen gesucht werden müssen, wird mit Gleichnissen gearbeitet. ARISTOTELES verglich die Vorgänge der Embryonalentwicklung mit der Tätigkeit eines Töpfers, und so wie der Töpfer zuerst eine Idee, eine Vorstellung von dem zu formenden Gefäß habe, so müsse etwas Ideelles, ein geistiges Prinzip, die Formbildung beim Embryo zustandebringen, ein bei ARISTOTELES "Entelechie" genanntes Prinzip.

Analogien mit verschiedenem Erklärungswert, als bloße Bilder oder doch zur Erfassung gleichartiger Vorgänge, gibt es in der neuzeitlichen Wissenschaft dann viele.

In der neuzeitlichen **Astronomie** erklärte KEPLERs (zitiert aus E. OESER 1979, S. 152) die auf die Planeten wirkende Kraft der Sonne zuerst eher in einem Gleichnis, dann sah er Wesensgleichheit mit einer auf der Erde erforschbaren Kraft, dem Magnetismus. In einem Schreiben an MÄSTLIN von 1605 schrieb KEPLER die Kraft der Sonne zunächst einer magnetischen Kraft im Sinne von einem "Gleichnis, nicht streng die Sache selber" zu. Nachdem KEPLER das Werk "De Magnete" von WILLIAM GILBERT (1600) zur Kenntnis genommen hatte, nahm KEPLER jedoch den Magnetismus real als Grundlage seiner Himmelsphysik: "Denn was rede ich da vom Magnet als von einem Beispiel? ist doch die Erde selber nach dem Beweis des Engländers Wilhelm Gilbert ein großer Magnet, der, wie dieser als Anhänger des Copernicus lehrt, sich an den einzelnen Tagen herumdreht, wie ich die Sonne sich drehen lasse." Hatte GILBERT die Auffassung von Magnetismus auf die Erde und den Mond beschränkt, so dehnte KEPLER dies auf das gesamte Sonnensystem aus. KIRCHER zeigte dann jedoch, daß dem Magneten keine mitführende Kraft innewohnt. KEPLER suchte auch nach anderen Analogien, um Zustände im All zu deuten, so wenn er harmonische Musikalität im All annahm.

Gern und übermäßig benutzt wurde der Begriff der Analogie in der "Romantischen Naturphilosophie" der ersten Jahrzehnte des 19. Jh. Noch kannte man von vielen Dingen wenig und Analogien sollten die Dinge klären. Vom Magneten her und der Elektrizität kannte man den Begriff der "Polarität", von Südpol und Nordpol, von Plus und Minus. Und auch in vielen anderen Dingen, etwa bei chemischen Elementen, wurden nun Polaritäten vergleichbarer Art vermutet.

In den später unter dem Terminus **Physik** zusammengefaßten Wissenschaften spielte Analogie stets eine große Rolle, weil das Wesen wichtiger Phänomene sich direkt nicht erschließen ließ. Erklärende Zusammenhänge in der **Optik** wurden etwa von DESCARTES nach der Analogie mit den ihm vertrauten "Gesetzen" der **Ballistik** gefunden, indem er den Lichtstrahl und seine Refraktion mit der Bahn einer Artilleriekugel verglich (H. GROSSMANN 1935). DESCARTES hatte aus seiner Soldatenzeit artilleristische Erfahrungen. Die **Wärmeleitung** erschien BLACK wie eine Stoffbewegung, und Wärme wurde noch im ganzen 18. Jh. meistens als "Wärmestoff" gedeutet (E. MACH 1894 / 1903). Der Wasserstrom soll FOURIER das erste anschauliche Bild für

die Vorgänge der Wärmeleitung gegeben haben. OHM bildete ihm das nach (E. MACH 1894 / 1903, a. A. MITTASCH 1937) und der elektrische **Strom** wurde mit dem Bild eines fließenden Gewässers beschrieben. Gesprochen wurde von "Stromfluß", im Vergleich zum Gefälle von der "Spannung", von dem "Widerstand" gegen den Fluß, die Strommenge wurde verglichen mit der Menge des fließenden Wassers. MACH meinte (1894 / 1903, S. 277): "So weit abliegende Dinge wie die magnetischen Kraftlinien eines elektrischen Stromes und die Stromlinien eines reibungslosen Flüssigkeitswirbels treten dadurch in ein eigenthümliches Ähnlichkeitsverhältnis." Zweifelhaft war, ob dieses gewiß eindrucksvolle Bild dem Wesen der Elektrizität gerecht wurde. MAXWELL schrieb von den Kraftlinien FARADAYs, daß diese physikalische Analogie eine "teilweise Ähnlichkeit zwischen den Gesetzen eines Erscheinungsgebietes mit denen eines anderen" darstellt, "die bewirkt, daßm jedes das andere illustriert", aber eben nicht volle Wesensgleichheit bedeutet (zitiert aus E. OESER 1979, S. 178).

Für das Licht wurde wie für den Schall angenommen, daß sie auf "**Wellen**" beruhen, Wellen wie sie auch mechanisch erklärbar im Wasser, etwa als Erdbebenwellen auch in Festkörper Erde auftreten. Für Licht wurde schließlich zweifelhaft, ob der Wellenvorstellung mehr als ein Bild zugrundelag. Namentlich durch ERNEST RUTHERFORD wurde ein **Atom-Modell** entwickelt, das in dem Atom eine Art Planetensystem sah, mit dem Atomkern wie die Sonne im Mittelpunkt und den Elektronen als den auf verschiedenen Bahnen umkreisenden Planeten. Aber allein die offensichtliche Unbewohntheit der Elektronen, die Vielzahl der Elektronen auf einer Bahn und anderes ließen die Zweifelhaftigkeit dieses Modells, dieser Analogie deutlich werden.

Bei verschiedenen Phänomenen wurden auch bei nicht völliger Übereinstimmung vergleichbare Eigenschaften erwartet, so für den Schall wie für das Licht eine meßbare "**Geschwindigkeit**" vermutet und dann festgestellt und dann auch etwa für Wärmeleitung, Elektrizitätsfluß, Erregungsleitung in Nerven nach einer "Geschwindigkeit" gesucht. Derselbe Gedanke erwies sich in verschiedenen Gebieten als fruchtbar, dieselbe Idee in verschiedenen Bereichen als anwendbar (E. MACH 1866 / 1903). Ebenso stand es mit dem Begriff des 'Potentials'. Auch der Gedanke der 'Selektion' wurde von CH. DARWIN zunächst für die Lebewesen entwickelt. Er wurde dann auf andere Bereiche übertragen (E. MACH 1866, 1883 / 1903), auf die menschliche Gesellschaft, ja auf durch DE PREL auf die Himmelskörper, im 20. Jh. auf immunologische

Vorgänge. Ja, wie ERNST MACH 1866 in Graz sagte, kämpfen auch Gedanken 'hartnäckig um ihr Dasein', und (S. 75): "Welcher Forscher weiß nicht, daß er bei der Umwandlung seiner Ideen den härtesten Kampf mit sich selbst zu bestehen hat?"

**Analoge Erscheinungen** wurden auch **erwartet**, dann **gesucht**, bereiteten so Entdeckungen vor oder es mußte eben bei ausbleibendem Nachweis des Gesuchten auch auf eine erwartete Erklärung verzichtet werden. **Analogien** zu finden - so wurde aber immer wieder deutlich - **das war der Weg, die allgemeinen und allgemeinsten Lebenserscheinungen in aller lebenden Materie aufzudecken**, wenn es die denn in der erwarteten Form gab.

Für Zoologen, Botaniker und Physiologen im 17. Jh. hellten Entdeckungen in einem Teile des Organismenreiches auch Phänomene anderswo auf. MALPIGHI vermutete in vielen Eigenschaften Entsprechungen zwischen den Tieren und Pflanzen. Weil bei höheren Tieren ein **Blutkreislauf** gefunden worden war, sollte ein solcher auch bei den Pflanzen erwartet bestehen und in diesem Sinne wurde der Saftfluß in Pflanzen manchmal betrachtet.

Im 18. Jh. sah LINNÉ in manchen Blatt - oder Blütenbewegungen **Schlafbewegungen**, Übergänge in einen dem tierischen Schlaf vergleichbaren Ruhezustand. JAN INGENHOUSZ etwa nahm den Gedanken auf (1790) und meinte, daß die Pflanzen mit den Tieren "gemein" haben, "bey abwesender Sonne" zu 'schlafen' (1790, S. 169), wenn Fiederblättchen sich senken oder Blüten sich schließen. Auch das Kinderlied hatte sich wohl unabhängig davon des Gleichnisses vom Schlaf bei Pflanzen angeeignet, mit "Die Blümelein, sie schlafen". Eine Veränderung in der Stellung von Pflanzenteilen, ob das Schließen von Blüten oder das Herabsenken von Blattstielen und das Zusammenfallen von Blättern, durchaus als Inaktivitätsstellung zu sehen, durfte dennoch wohl nicht dem an das Gehirn gebundenen Schlaf bei Tieren gleichgesetzt werden. Der '**Schlaf**' **bei Pflanzen** (E. STAHL 1897), so die veränderte Blattstellung bei Dunkelheit, dient nicht einer Erholung vergleichbaren Vorgang, sondern etwa Schutz vor Abkühlung oder der Regulierung der Transpiration.

Aber die Übertragung von Kenntnissen und Erkenntnissen aus dem Tierreich auf die Pflanzenwelt schien immer wieder Erklärungen zu bieten. Im 20. Jh. war zu Recht umstritten die von dem Botaniker GOTTLIEB HABERLANDT aufgestellte Behauptung (1905 a, b), daß reizaufnehmende Teile der Pflanzen als

"**Sinnesorgane**" bezeichnet werden können, weil sie so wirkten wie Sinnesorgane der Tiere. Wie HABERLANDT 1904 (1905 a, S. 76) vortrug, gelangte er zu der Auffassung von 'Sinnesorganen' bei Pflanzen ausgehend von dem Gedanken, "dass, so wie bei den höheren Tieren die fortschreitende Arbeitsteilung zur Entstehung immer komplizierter Sinnesorgane geführt hat, auch bei den höheren Pflanzen mit den gesteigerten und differenzierteren Ansprüchen an das Vermögen der Reizaufnahme das Bedürfnis nach Ausbildung entsprechend gebauter Sinnesorgane verbunden war". Er meinte dann (1905 b, S. 446): "Um die anatomisch-physiologischen Analogien zwischen den von mir in verschiedenen Arbeiten nachgewiesenen Aufnahme- und Perzeptionsorganen der Pflanzen für äußere Reize und den der gleichen Funktion dienenden Sinnesorganen der Tiere klar und bestimmt zum Ausdruck zu bringen, habe ich jene Perzeptionsorgane der Pflanzen gleichfalls als "Sinnesorgane" bezeichnet". Der Zoologe BÜTSCHLI und andere wandten sich sehr scharf gegen diese Begriffsübertragung, wobei sich auch HABERLANDT mancher Unterschiede bewußt war.

Die Biologie neuerer Zeit kennt Entdeckungen, die durch Vergleiche von als zuerst verschieden geltenden Vorgängen zustandekamen. Im Interesse des Auffindens von Analogien (J. LOEB 1899) mußten Tiere aus verschiedenen Klassen untersucht werden, vergleichende Physiologie betrieben werden, wobei niedrigere Tiere den Vorteil größerer Einfachheit hatten.

Ziemlich wesensgleiche Erscheinungen führten zur Aufdeckung der **Phagozytose**, der Vernichtung von in den Körper eingedrungenen Mikroben durch spezielle phagozytierende Zellen in der Körperflüssigkeit, "weiße Blutkörperchen". Nachdem der Zoologe CLAUS und der russische Embryologe METSCHNIKOFF (1883, 1884) bei niederen Tieren, so bei Kleinkrebsen, gefunden hatten, daß Zellen in ihnen Partikel aufnehmen und verdauen, fand METSCHNIKOFF (s. 1887) auch bei den Säugetieren und beim Menschen, daß die weißen Blutkörperchen Krankheitserreger aufnehmen und verdauen. Diese sollte zunächst einmal alle Immunität gegen Krankheitserreger erklären, erwies sich jedoch nur als ein Sonderfall der Abwehr von Fremdkörpern im Organismus.

Einer Analogie oder gar Wesensgleichheit verdanken ihre Auffindung die **Pflanzenhormone**, wobei der **Vergleich** von **Hormonen** der **Tieren** mit reaktionsauslösenden Substanzen in Pflanzen, **Pflanzen"hormonen"**, **nicht**

unumstritten war. Bei beiden geht es um im Inneren der Organismen gebildete Stoffe, die bei beiden bestimmte Reaktionen auslösen. So bilden manche bestäubte Blüten, bei tropischen Orchideen, vor allem *Phalaenopsis amabilis*, entdeckt 1907 / 1908 auf Java durch JOHANNES (HANS) FITTING (1909 a, b; W. HALBSGUTH 1974), offensichtlich eine Substanz, die zum Abblühen führt, und nicht bestäubte Blüten bleiben in Blüte. Oder von verletzte Zellen gebildete Substanzen, "Wundhormone", regen Zellteilung an. Das fand HABERLANDT (1913, 1922, 1923), als er beschädigte Kartoffelknollen und beschädigtes Kartoffelkraut mit Wasser abwusch und, die der Blick ins Mikroskop zeigte, jetzt viel weniger Zellteilungen an den Wundflächen als sonst stattfanden. Hatte das Wasser eine die Zellteilung anregende Substanz weggeführt?

Nunmehr sind "Pflanzenhormone", andere, auch als Wachstumsregulatoren, allgemein anerkannt.

Einige von ihren Begründern als großartig und wegweisend eingeschätzte Analogien in der Biologie blieben aber rein äußerlich, denn es fehlte wenigstens bei der Begründung der Analogien völlig die Kenntnis vom molekulare Mechanismus, welcher den Phänomenen zugrundeliegt und den man durch die Annahme einer Analogie hoffte eher herauszufinden. Aber das gelang nun auch nicht.

Der Physiologe EWALD HERING (1870 / 1921) und erweitert der Zoologe RICHARD SEMON (u. a. herausgegeben von O. LUBARSCH 1920) plädierten für die prinzipielle Wesensgleichheit von **Vererbung und Gedächtnis**. Beide sollten auf denselben Vorgängen beruhen, die allerdings in beiden Fällen noch nicht in ihren wesentlichen Vorgänge bekannt waren. SEMON sprach von der "Mneme", und mit ihr verknüpft sollte sein (O. LUBARSCH 1920, S. XXXII), "daß alle Erscheinungen der organischen Welt, bei denen es sich um Reproduktionen irgendwelcher Art handelt", also mit Einschluß von Anpassung, Regulation, Regeneration, "einheitlicher Natur sind, daß es sich dabei um eine besonders Eigentümlichkeit der organischen Substanz handelt" Die Erwartung: War das Gedächtnis erforscht, dann sollte auch die Vererbung entschlüsselt sein und umgekehrt. Mit SEMONs Einführung etwa des Begriffs "Engramm" war zwar ein von außen feststellbarer Vorgang benannt, jedoch fehlte, was den nun etwa im Gehirn bei der Engrammbildung geschah.



Der so gern zu Vereinfachungen neigende JACQUES LOEB sah eine Analogie zwischen **Befruchtung und Erregungserscheinungen** in den Lebewesen. Was für die Nerven der Reiz war, das sollte für das Ei das Spermium sein. LOEB meinte (deutsch 1909 (S. XIX) gar, daß aus der Erforschung der **Anregung eines tierischen Eies**, von einem Seeigel der Gattung *Strongylocentrotus* etwa, **durch Substanzen**, also die "künstliche Parthenogenese", Licht fallen kann auf alles, was es an Reizvorgängen im Organismus gibt, daß also "das Studium der Entwicklungsvorgänge berufen sein könne, uns die bis jetzt fehlenden Analogien für die erfolgreiche Analyse der Vorgänge der Muskel und Nerven, und vielleicht in allen Zellen zu geben." Außerdem: Was an "einfachsten Tatsachen der Erregung und Reizleitung an Medusen aufzufinden ist, dazu brauche man nicht unbedingt Ganglienzellen bemühen, und man müsse den Ganglienzellen nicht "geheimnisvolle Strukturen und Functionen" beilegen, "als wie sie in allem reizleitendem Protoplasma vorkommen" (J. LOEB 1899, S. 20). Aber eine "Allbeseeltheit" der Organismen oder aller Materie, eine solche Analogie wäre nun - und das wandte sich wohl ungesagt an HAECKEL - war nun auch wieder nicht auszumachen (S. 163).

Das war jener LOEB, der Professor der Physiologie an der University of California in Berkeley, fast zum Sinnbild USA-amerikanischer Biologie geworden war.

Immer wieder betont wurde LAVOISIERS gewiß genialer Befund, daß **Kohle-Vebrennung und 'Atmung'**, 'Veratmung', das heißt Verwertung der Kohlenstoff enthaltenden Nahrung wie Traubenzucker im Körper gleiche Vorgänge sind. In jedem Fall entsteht Kohlendioxid. HOPPE-SEYLER, führender Begründer der Physiologischen Chemie, der Vorgängerin der Biochemie, schrieb einmal (1876, S. 1) über LAVOISIERS "geniale Auffassung der Athmmungsverhältnisse und die Vergleichung de Processe, wie sie in den Organismen verlaufen mit einfacheren und durchsichtigeren chemischen Vorgängen, ..." Klargestellt schien nahezu bestehende Gleichheit wegen der bei gleicher Menge 'Brennstoffe' entstehender gleicher Wärmemenge. Jedoch die Erforschung der Enzyme und vor allem der Atmungsenzyme durch OTTO WARBURG in der ersten Hälfte des 20. Jh. hat wohl zu Tage gebracht, daß die Verbrennung von Kohle in der Luft und der lange Stoffwechsel-Weg des Abbaues etwa von Traubenzucker über zahlreiche Zwischenstufen und die erst bei den letzten Stufen stattfindende Einbeziehung edes Sauerstoffs der Atemluft nur sehr äußerlich gleich sind. Damit soll nicht gesdagt sein, daß LAVOISIERS

Idee von der Atmung als Kohleroxydation nicht anregend war. Und vor allem WARBURG benutzt Modelle, um die Rolle des Eisens und damit der eisenhaltigen Atmunsenzyme zu verstehen, arbeitet also seinerseits mit Analogien.

Eine Analogie, die im wesentlichen allerdings **nur einer Seite nutzte**, ist wohl jene von den **Vorgängen im Hochofen und der Sonderung der Stoffe in der Erde** (S. VON BUBNOFF 1954) mit dem Ergebnis einer gewissen Zonierung der Substanzen im Erdinneren. Wie im Hochofen sich etwa das Eisen unten sammelt und darauf der "Stein" und die leichtere Schlacke 'schwamm', so also sollte sich die leichtere Lithospähre von den tieferen Schichten getrennt haben, so die der Zone mit den Sulfiden. Leider fehlt aber der direkte Zugang zu den Erdtiefen, und ist daher die dort anzunehmende, der Stoffsonderung im Hochofen vergleichbare Sonderung eine bloße Hypothese. Man kennt nur die Vorgänge im Hochofen und zieht daraus die Schlußfolgerung auf die Erdtiefen. Die Analogie bleibt völlig offen! Es kann so sein im Erdinneren, wenn es denn bei den ganz anderen Größenverhältnissen dem Hochofen wirklich ähnlich ist. Aber welcher andere Ansatz wäre möglich gewesen, um überhaupt die Frage nach den Verhältnissen im Erdinneren anzugehen? Auch kann man fragen, ob die Sonderung von erdinneren Zonen schon abgeschlossen ist oder noch weitergeht (H. G. WUNDERLICH 1962).

Zweifelhaft erscheint vielen auch die Anwendung des Terminus oder Begriffs "**Evolution**" auf die verschiedensten Veränderungs-, Umbildungs- und Entwicklungs-Vorgänge, bei **Himmelskörpern, chemischen Elementen, der Erdkruste, Organismen und der menschlichen Kultur**. Welche vergleichbaren Prozesse, etwa die Selektion, sind bei den verschiedenen dieser Prozesse vorhanden? Hat sich, um an "kulturelle Evolution" zu denken, MOZARTs Musik in einer 'Selektion' durchgesetzt und blieb auch so erhalten?

Gleiche Eigenschaften, etwa **gleicher Geschmack** auf der Menschenzunge, sollten für einige Pharmazeuten für gleiche Wirkung sprechen, und da das fiebersenkende Chinin aus der bitteren Rinde des Chinarindenbaumes bitter schmeckt wurde nicht ohne Erfolg unter den heimischen Pflanzen solche mit **bitterer Rinde** gesucht und als solche unter anderen die Weiden/*Salix* gefunden. Bei der Untersuchung fand sich Salicin, die Salicylsäure und als ihr Abkömmling wurde schließlich ganz am Ende des 19. Jh. das Aspirin auf den Arzneimittelmart gebracht.

In der Chemie resp. **Biochemie** wird von neuen "**Analoga**" eines **Naturstoffes** (A. KIRSCHNING et al. 2012, S. 4086) gesprochen, wenn eine Abänderung, ein Derivat eines Naturstoffes, erzeugt wird, wobei das "Analogon", die ähnliche Substanz, vielleicht wirksamer oder aus anderen Gründen, der Löslichkeit vielleicht, geeigneter ist als das natürliche Original. **Bis zu welcher 'Ähnlichkeit'** oder welchen Unterschieden ist **der Analogie-Begriff geeignet?** Schließlich gibt es auch in der chemischen Zusammensetzung ganz unterschiedliche Substanzen, welche ähnliche bis gleichartige Erscheinungen zeigen, etwa Säure oder Base zu sein.

### **Analogien von Naturerscheinungen und Menschen und in der menschlichen Geschichte**

Zu Recht wurden viele 'Analogien' immer wieder kritisch betrachtet. das gilt etwa für die sogar als gefährlich gesehenen Analogien zwischen biologischen Erscheinungen und der menschlichen Gesellschaft, namentlich dem Staat. Solche Analogien sollten zu 'falschem Bewußtsein' beigetragen haben. RUDOLF VIRCHOW und andere Biologen sprachen vom "Zellenstaat", sahen also Übereinstimmung zwischen dem Aufbau der Organismen aus Zellen und dem Staat aus menschlichen Individuen. Nach VIRCHOW strebten die Menschen nach Individualität, nach Freiheit, nach Selbständigkeit. Nur unter dem Zwang der Umstände, zum Vorteil des einzelnen, schlossen sich die menschlichen Individuen zum 'Staat' zusammen. Ebenso sollten die Zellen nach Selbständigkeit streben. Auch hier kam der Zusammenschluß unter dem Zwang der Vorteile, die Mehrzelligkeit bot, zustande. Jede Zelle bliebe dennoch ein Parasit auf der benachbarten. Nur die Wechselseitigkeit des parasitären Verhaltens führe zu einem Ausgleich, so wie in einer Demokratie sich die verschiedenen politischen Partei die Waage halten oder halten sollten. ERWIN ACKERKNECHT (1957) führte diese Gedanken von VIRCHOW auf dessen demokratisches, 'kleinbürgerliches' Staatsverständnis zurück. Häufig wurden die Gemeinschaften der sozialen Insekten, namentlich die der Ameisen und der Bienen, mit dem Staate der Menschen verglichen. Der Bienenstock, öfters als Bienen'staat' bezeichnet, wurde sogar wegen seinem offenbar reibungslosen Funktionieren den Menschen als Vorbild empfohlen. An einem Bienenhaus im Freilichtmuseum in Münster i. W. heißt es:

"Den Schöpfer fromm verehren,  
Den Wohlstand fleißig mehren,

Die Trachtzeit eifrig nützen,  
 Die Heimat tapfer schützen,  
 Dem Ganzen selbstlos dienen,  
 Das lehren uns die Bienen".

Manche Regierung oder herrschende Elite hätte dieses Verhalten den untertänigen Menschen gern eingebleut. Aber Bienen handeln auf anderer Grundlage als die Menschen, in ihnen hat die Evolution ein anderes Prinzip des Verhaltens verwirklicht. Sie handeln, wie unklar der Begriff sein mag, "instinktiv". Im Bienenstaat wird nicht 'regiert', es gibt weder Gesetze noch Ukase, gibt weder 'Revolution' mit Sturz einer 'Königin' noch 'Streik' der Arbeitsbienen. Es gibt bei den Bienen allerdings auch keine 'kulturelle Evolution'. Aber die Instinktleistungen sind derartig großartig, was etwa die Mitteilung von Trachtquellen und deren Entfernungen vom Stock angeht, daß man fast an einer reinen Instinktivität zweifeln möchte.

Beliebt und durchaus auch aufschlußreich ist die Feststellung von Analog-Vorgängen in der **Menschheitsgeschichte**. So traten nach **revolutionären**, wirren und unsicheren **Zeiten immer wieder fähige Diktatoren** hervor, die mit harter Hand bemüht waren, Ordnung zu schaffen und bei Plebisziten durchaus auch die Zustimmung der Massen erhalten konnten. Paradebeispiel ist NAPOLEON BONAPARTE, der, auch nach eigenen Worten, die französische "Revolution" beendete. Nach dem Familiennamen dieses Franzosenkaisers spricht man vom '**Bonapartismus**'. Im alten Rom wurde CÄSAR zu früh ermordet und AUGUSTUS ordnete das in Wirren gefallene Reich. Auch wenn etwa die Bewohner der Stadt Perugia dabei sterben mußten. Den Wirren der englischen Revolution bereitete CROMWELL ein Ende. Und "1848" beendete in Frankreich nach einigen Schritten NAPOLEONs Neffe NAPOLEON III. Kann man STALIN und HITLER, aber auch so einen wie PILSUDSKI in Polen, als so etwas wie "Bonarpartisten" sehen? Krieg gehört durchaus zu bonarpartistischen Diktatoren. Aber auch friedlichere und dennoch relativ starke Regenten haben nach allgemeiner Erschöpfung Ruhe stiften können. so HENRI IV. in Frankreich.

Der Historiker THEODOR MOMMSEN (A. DEMANDT 1997) trieb die Analogie, ja fast Wesensgleichheit, in der Menschengeschichte so weit, daß er die Senatoren im alten Rom mit der preußischen Junkerklasse seiner Zeit gleichsetzte, und die römischen equites waren ihm die "Kapitalisten".

NIETZSCHE wie MARX haben ihm solche Gleichsetzungen verübelt. Für MARX war der Kapitalismus eben eine Neuzeit-Erscheinung. Der Ersatz freier Bauern und Arbeiter in der Römischen Republik durch Sklaven kann in der modernen Gesellschaft der Migrationen durchaus zu Parallelgedanken anregen. Indem "Rom" über sein Ursprungsgebiet hinausging, kam es, wie MOMMSEN vorstellt, zur Proletarisierung namentlich der Landbevölkerung und zu inneren Problemen, die vielleicht CÄSAR hätte lösen können, aber wegen seiner Ermordung erst AUGUSTUS mit zum Teil grausam harter Hand für etliche Zeit beherrschte.

Nach Analogien schauen die Historiker, wenn es um die Gefahr von Kriegsausbrüchen, wirtschaftliche Überhitzung, soziale Ungleichheit, auch um die Gefahren ungebremster Immigration geht. Man vergleicht den **Aufstieg und Fall großer Reiche**, wobei das Römische Imperium sicherlich ein Mittelreich war im Vergleich zum wenigstens zeitweilig größerem Kalifenreich, dem Mongolenreich, auch der Spanischen Weltmacht, gar dem Russischen Zarenreich und der Sowjetunion.

**Dichter**, Romanschriftsteller sind wenigerr kleinlich, mit angeblichen historischen Parallelen den Zeitgenossen den Blick auf gegenwärtige Ereignisse zu schärfen. Das gilt für BRECHTs 'Geschäfte des Herrn Julius Cäsar' wie für Romane FEUCHTWANGERS, etwa 'Der falsche Nero'. Auch HOWARD FAST und ARTHUR KOESTLER gingen im Interesse der Gegenwart frei mit der Geschichte um. HEINRICH von KLEIST suchte mit der "Hermannsschlacht" den Kampf gegen NAPOLEON vorzubereiten.

Daß Regierende sich von durch Kenntnisse gestützten Analogien leiten lassen, muß oft bezweifelt werden. "Spätrömische Dekadenz" ist leichter dahergesagt als begründet.

### **Zusammenhang von Prinzip der Einfachheit - Analogien - Annahme von Einheit in der Natur**

Wenn verschieden erscheinende Phänomene, etwa Vererbung und Gedächtnis wie bei SEMON, als auf etwas Gemeinsames zurückführbar behandelt werden, dann ist das gewiß eine **einfachere Erklärung** als wenn für jedes der beiden getrennte Erklärungen versucht werden. Außerdem erscheint die Natur als auf weniger Prinzipien aufgebaut, also nach mehr Einheit zu funktionieren.

Um noch einmal auf SEMON zurückzukommen: Nach LUBARSCH (1920, S. XXXIV) war also das Ziel, "die Wesensübereinstimmung (Identität) zwischen den Erscheinungen der Entwicklung, Vererbung, Anpassung, Regulation und Regeneration, die meisten periodischen Erscheinungen in Pflanzen- und Tierreich und dem höheren Gedächtnis zu erweisen ... die gleiche Gesetzmäßigkeit liege allem zugrunde." Es schien "ein gewaltiges Gebiet zunächst scheinbar unzusammenhängender Vorgänge von einer einzigen Stelle aus erhellt und verbunden ..." Neben 'begeisterten' Anhängern der Auffassung gab es viel Kritik, zumal die physikalisch-chemischen Grundlagen der Erscheinungen im Dunkeln lagen. Aus äußeren Ähnlichkeiten war auf innere Gleichheit geschlossen worden.

### **Gegensatz-Hypothesen**

Religionen, ob Christentum oder verstärkt in Manichäismus und Zoroasterreligion, nutzten und stützten gern **Auffassung von Dualismen, von Schwarz und Weiß, Gut und Böse**, böser und guter Welt, gläubig und ungläubig und damit "gerettet" und "verworfen", "erlöst" und "verdammt", Liebe und Haß, Freund oder Feind, für uns oder gegen uns, "progressiv" oder "reaktionär". Vieler solcher **Dualismus gehört wohl zu den verhängnisvollsten Auffassungen in der menschliche Geistesgeschichte** und hat schlimmste Dinge gerechtfertigt. Es fehlen die ja real vorhandenen Grautöne, alle die Zwischentöne. Wobei es sicherlich auch Entscheidungssituationen gibt, etwa bei der Annahme einer bestimmten Staatsbürgerschaft, dem Wählen einer bestimmten Partei, dem Einsteigen in einen bestimmten Eisenbahnzug.

Auch in den modernen Naturwissenschaften erscheint solches **Kontrastdenken**, erscheinen solche Kontrastformulierungen. Plus und Minus, bei Elektrizität oder der chemischen Bindung. Trotz der "Umschlagpunkte", so hat dieses Kontrastdenken, diese **Polarisierung**, das Verständnis vieler Dinge bei manchem hypothetischen Wert wohl eher verdunkelt. Die entgegengesetzten Dinge sind oft nur die **Extreme**.

Die **Magnetnadel** steht an den Polen senkrecht, am Äquator waagrecht und dazwischen in den verschiedenen Zwischenlagen. "Minus" in der **Elektrizität** ist nach späterem Verständnis Überschuß an Elektronen. Gewiß kann man dann Elektronenmangel als den Gegensatz ansehen und immer fließt der Strom vom

Elektronenüberschuß zum Mangel, aber es gibt doch für + und - ganz unterschiedliche Stärke von Elektronenüberschuß und Elektronenmangel, ganz unterschiedliche Spannung. Die **Stoffeinteilung** nach "sauer" und "basisch" mit gewiß scharfen Farbumschlagpunkt bei manchem Indikatoren wurde durch die pH-Werte verfeinert. Bei der **chemischen Bindung** sind **strenge heteropolare und homöpolare Bindung** extreme **Grenzfälle**. Wie viel wird erst verstehbar, wenn die bei den verschiedenen Substanzen unterschiedliche Lage der Elektronen zwischen Atomen berücksichtigt wird, hinsichtlich etwa der Festigkeit einer Bindung.

### **Struktur-, Raumordnungs-Hypothesen**

Diese geben Auskunft über den vermutlichen Aufbau, die Anordnung von Teilen in einem Naturkörper, einem System, dem Weltraum insgesamt. Solche Hypothesen waren wichtig in der Chemie, auch in der Astronomie. Strukturhypothesen gab es über die Formeln der chemischen Verbindungen. Zunächst wurden die Atome in der zweidimensionalen Ebene angeordnet.

Ein neuer Gesichtspunkt wurde gebracht, als die Anordnung der Atome in den Molekülen zunächst organischer Verbindungen räumlich gesehen wurde. In den Jahren 1863 bis 1873 lieferte JOHANNES WISLICENUS (E. BECKMANN 1904) Überlegungen zur Struktur der Milchsäure. Im Jahre 1874 lieferte VAN'T HOFF , angeregt von den Arbeiten von WISLICENUS, die Theorie des tetrahedralen Kohlenstoff-Atoms. Danach stand das Kohlenstoff im Mittelpunkt eines Moleküls und von ihm aus wirkten die 4 Valenzen, "Arme", nach dem Raum in gleichem Winkel. WISLICENUS sorgte dann für die Verbreitung der Theorie (oder Hypothese) des VAN'T HOFF in Deutschland und beteiligte sich weiterhin an dem Aufbau der Stereochemie, etwa durch Erforschung der Stereoisomeren von ungesättigten Verbindungen.

### **Urbild-Auffassung, morphologische Hypothesen**

Eher zu Ideenbildern als zu den realen Hypothesen gehörten Auffassungen in der Biologie, speziell in der Morphologie, wonach die realen Gestalten auf eine die allgemeinsten Eigenschaften aufweisende Idealform zurückgeführt werden können. GOETHE suchte die 'Urpflanze' als die allgemeinste Blütenpflanze, GOETHE, OKEN und andere suchten den Wirbel als Grundlage auch des

Schädels. GEOFFROY SAINT-HILAIRE wollte einen gemeinsamen Bauplan aller Tier erkennen, was CUVIER in einem Streit vor der Französischen Akademie der Wissenschaften zurückwies, damals so beachtet, daß nur von dem 'Akademie-Streit' die Rede war. Der alte GOETHE hat 1830 nach der Schilderung von ECKERMANN an dem 'Akademie-Streit' lebhaften Anteil genommen.

**In der Fülle der Gestalten das Prinzipielle**, das allen Gemeinsame zu finden, blieb das Anliegen der vergleichend-anatomischen Forschung auch im 19. Jh. und darüber hinaus. Indem die einfachen Verhältnisse bei den einfacher gebauten Organismengruppen aufgesucht wurden, konnten die verwickelteren Verhältnisse verständlich werden, vor allem, wenn noch die "Entwicklungs"geschichte, die Embryologie, herangezogen wurde. Das wurde auch fortgeführt, als die Abstammungslehre erklärte, warum es Gemeinsamkeiten in den verschiedenen Gruppen der Wirbeltiere gab. So hat der Anatom CARL GEGENBAUR (1826 - 1903) gefunden, daß die Teile des Schädels der Haie den Schlüssel liefern, um die Bauverhältnisse am Schädel der höheren Wirbeltiere und auch des Menschen zu verstehen. Wie GEGENBAUR selbst bemerkte (1864, S. IV): "...wollte ich versuchen, ob und wie die bei den höheren Wirbelthieren gegebenen Verhältnisse aus den unteren Formen ableitbar wären, ob gewissermaßen gemeinsame Verhältnisse den Einrichtungen aller Classen zu Grunde lägen, und in welcher Art die Modificationen sich verhielten, welche die, die einzelnen Abtheilungen auszeichnenden Einrichtungen bedingten".

Im 20. Jh. unterschied der Botaniker WILHELM TROLL das '**ursächliche**' Denken in der Physiologie und das '**urbildliche**' in der Morphologie (z. B. 1948). Der Pflanzenphysiologe SACHS hatten dieses 'urbildliche' Denken aus der Wissenschaft verbannen wollen, wie TROLL sagte (1948, S. 14): "Freilich entsprang diese Folgerung nicht dem Wahrheitsgehalt der Natur selbst, sondern einer mechanistisch-positivistischen Einengung des Blickfeldes, die mit der morphologischen auch jede andere überkausale Sinnhaftigkeit aus der Biologie und der Naturwissenschaft überhaupt verbannte". Die meisten Biologen verhielten sich abweisend und skeptisch gegenüber dieser 'Wiederbelebung' der 'idealistischen Morphologie':

## **Klassifikationen**



Die Gesichtspunkte, nach denen klassifiziert wird, beruhen auf hypothetischen oder eben theoretischen Vorgaben.

Es war stets eine Frage, auf der Grundlage welcher Merkmale die Pflanzen und Tiere in eine Ordnung zu bringen sind. Schon die eher 'gefühlsmäßige' Anordnung brachte durchaus ähnliche Pflanzen oder Tiere in gemeinsame Gruppen oder einen Zusammenhang. LINNÉ nannte sein auf der Zahl und der Anordnung der Stempel und Staubgefäße beruhendes Pflanzensystem ein '**künstliches**', weil nur das eine Merkmal berücksichtigt wurde. Da Gräser teilweise pro Blüte 2, manchmal 3 Staubgefäße haben, wurden sie in LINNÉs System getrennt in unterschiedlichen seiner 24 Klassen untergebracht. LINNÉ meinte aber auch, daß es ein '**natürliches**' System der Pflanzen geben würde, bei dem mehr Merkmale beachtet werden. Niemand konnte zunächst recht angeben, worauf denn die "Natürlichkeit" beruhe. Die **Genese** der Organismen, die Evolution, wurde erst später gefunden.

Nicht für alle Dinge erwies sich die so eindrucksvolle LINNÉsche Systematik als geeignet, trotz mancher derartiger Versuche. Mineralogen wie FERBER für **Mineralien** und organische Chemiker der ersten Hälfte des 19. Jh. so CHEVREUL und selbst DUMAS in Frankreich, versuchten mit den in der Organismensystematik so geeigneten Kategorien "Varietät", "Species", "Familie" und andere auch die **Einteilung von Substanzen** durchzuführen. Besonders problematisch und in einmal gemeinter ursprünglicher Weise nicht zu verwirklichen war die Klassifizierung der **Krankheiten**, wie sie im späten 17. Jahrhundert THOMAS SYDENHAM (J. BLEKER 1985) in Angriff nahm und später LINNÉ versuchte. Wie "verwandt" waren Krankheiten, welche Einteilungsgrundlage boten Durchfall, Fieber, Erbrechen Die Ursachen von Infektionen kannte man zunächst ja gar nicht, von Vermutungen abgesehen.

### **'Wegschiebungs"-Hypothesen**

Als "Wegschiebe"-Hypothesen, die oft "Hilfshypothesen" waren, könnte man Annahmen bezeichnen, die ein Problem beziehungsweise dessen Lösungen in einen Bereich verschieben, in den man mit den Hilfsmitteln einer Zeit nicht eindringen kann und die sich damit erst einmal erledigen oder die damit auf die "lange Bank" geschoben werden können. Immerhin blieb die von ihnen vorgeblich gelöste Frage in Diskussion und es war eine spätere Bestätigung

nicht ausgeschlossen. Gemäß der "Kosmozoentheorie" oder besser "**Kosmozoenhypothese**" des schwedischen Chemikers SVANTE ARRHENIUS entstanden die ersten Lebensformen nicht auf der Erde, sondern im Weltenraum und mit auf die Erde einfallenden Meteoriten wurden solche Keime auch auf die Erde transportiert. Das war eine Aussage über die Art des Beginns der irdischen Evolution des Lebens getroffen worden, aber damit war die Frage nach dem "Ursprung" des Lebens, dem Vorgang seiner ersten Entstehung, in weite, zunächst unerforschliche Fernen entrückt. Man war aber angeregt, auf die Erde eingefallene Meteorite auf organische Substanzen oder gar primitivste Lebensformen zu untersuchen. Wenn in der Ökologie **Merkmale von Organismen**, etwa von Pflanzen, **keinen gegenwärtigen Nutzen erkennen** ließen, wurde gemeint, daß sie vielleicht bei ihrer Entstehung in ferner Vergangenheit unter andersartigen Bedingungen einen Nutzen hätten haben können und daher die heute eher unerklärlichen Eigenschaften besitzen. Der Botaniker C. MONTFORT nannte das "letztes Refugium, zu dem man resigniert immer wieder seine Zuflucht nehmen möchte" (zitiert bei F. FIRBAS 1931, S. 675).

### **Als Hypothesen zu wertende Begriffe**

Öfters wurden Sachverhalte festgestellt, die zunächst nicht näher erklärt werden konnten, aber mit einem Begriff beziehungsweise Terminus benannt wurden. Das kann den Hypothesen angeschlossen werden. Diese Begriffe, die also einer Ebene der Forschung angehörten, versuchte man später auf die Ebene der Moleküle oder gar Atome zurückzuführen, was zum 'Reduktionismus' führte.

Dazu gehörte etwa das Phänomen, daß Menschen oder Tiere, die von einer bestimmten ansteckenden Krankheit befallen worden waren, nicht ein weiteres Mal daran erkrankten. Für diese zunächst rätselhafte Erscheinung, die durch die nach 1880 durch PASTEUR eingeführte aktive Impfung auch hervorgerufen werden konnte, wurde der Terminus "**Resistenz**" eingeführt. Erst mit der Auffindung der Phagozytose durch die weißen Blutkörperchen durch ILJA ILJITSCH METSCHNIKOFF und die Erforschung der Immunerscheinungen ab der Mitte der 90-er Jahre des 19. Jh. durch PAUL EHRLICH, PAUL UHLENHUTH, KARL LANDSTEINER und andere wurde zumindestens zu einem beträchtlichen Teile deutlich, worauf diese Resistenz beruht. Solche Termini wie "Resistenz" konnten leicht aber bereits als eine Erklärung betrachtet werden, obwohl sie eben nur eine Umschreibung von in ihren Ursachen noch

ungeklärten Sachverhalten waren. Der Zoologe O. KOEHLER (1933, S. 173) verwies auf den Begriff der **"Tropotaxis"**, "die symmetrische Ausrichtung auf einen Reiz, wozu zwei räumlich getrennte Sinnesorgane am Lebewesen erforderlich sind" (Wikipedia 2016). Der Begriff beschrieb, was J. LOEB an manchen Insekten gefunden hatte. Was aber geschah im Nervensystem der Insekten? Da man das nicht wußte, sah O. KOEHLER (1933, S. 173): "Wir brauchen den Tropotaxisbegriff so lange, bis er von tieferen Stufen her vollständig aufgelöst sein wird; das aber ist heute"- 1933 - "noch nicht im geringsten der Fall; und selbst wenn es der Fall wäre, so wäre er als abkürzender Terminus der Tatsachenbeschreibung immer noch wertvoll."

Damit Begriffe und Termini nicht ein Eigenleben entwickeln und ihr hypothetischer Status nicht verlorengeht, ist es gut, sich der Umstände ihrer Prägung immer einmal zu erinnern. Der Physiologe EDUARD PFLÜGER meinte 1853 (S. 1), daß es nötig ist, "dass ein forschender Blick aus den Schranken der Gegenwart in die Vergangenheit, und das hiermit verknüpfte Studium der Entwicklung bestimmter Dogmen der Erkenntnis eine gewisse Objektivität und Läuterung von befangenen Begriffen zu sichern" hat. WILHELM OSTWALD warnte 1908 (S. 129) "dass die Gewohnheit einer theoretischen Ansicht, die sich während langer Zeit bewährt hat, so tief eingewurzelt werden kann, dass man schließlich ganz ausserstande ist, sie von den Tatsachen zu unterscheiden, zu deren Veranschaulichung sie erfunden worden ist." K. LORENZ sah die Gefahr der nicht mehr hinterfragten Akzeptierung für den Begriff des "bedingten Reflexes" von PAWLOW und schrieb (1937, S. 299): "Der Ausdruck "bedingter Reflex" verleitet dazu, die Wichtigkeit und Komplikation dieser Vorgänge zu übersehen". Manche Vorstellung von LORENZ wurde zeitweilig dann ebenfalls zum kaum noch hinterfragten Begriffsrepertoire der Verhaltensbiologie. Der Baseler Zoologe ADOLF PORTMANN (1965, S. 28) meinte zu dem Begriff von der "Arbeitsteilung der Zellen", daß mit ihm aufhörte, die weiterhin nötige Frage nach dem Dirigenten solcher Arbeitsteilung zu fragen - denn Organismen erscheinen eben nicht nur als Zellen"staat", sondern als eine Ganzheit. "Das scheinbar aufklärende Wort", schrieb PORTMANN, "das zwar Verstehen vortäuscht, wird für viele zum Hindernis für weitere Fragen".

### **Hinter den faßbaren Dingen liegende Prinzipien - 'Platonismus', 'Neo-Platonismus'**

Die neuere Wissenschaft ist geneigt, alle Erscheinungen der Welt aus den Eigenschaften der Elementarteilchen abzuleiten. Daraus, daß die **Phänomene mathematisch faßbar** sind, daß die Dinge und Vorgänge nicht außer Kraft setzbaren **Naturgesetzen** unterliegen, daß sich **Ordnungen aufstellen lassen** wie die Stufenleiter der Dinge und besonders Stufenleiter der Mineralien und Organismen, daß es scheinbar **Entsprechungen zwischen Kosmos und irdischer Welt**, ja - **Makrokosmos-Mikrokosmos** - dem zwischen Kosmos und Menschenkörper, zwischen Zahl der Planeten und Zahl der Metalle, mögliche Gegensätze zwischen manchen Dingen und damit **Polarität** besteht gibt war wohl die Ursache dafür, hinter den sichtbaren und überhaupt faßbaren Dingen allgemeine Prinzipien zu vermuten, welche die faßbaren Dinge, eben etwa die Möglichkeit von Ordnungen, bestimmen, diese dirigieren. Das wurde besonders von PLATO(N) gemeint, der die hinter den Dingen liegenden Prinzipien gar als die 'Realitäten' ansah. Bekannt ist es früh bei PYTHAGORAS, der erfaßte, daß der Wohlklang von Tonkombinationen mit den Verhältnissen von Saitenlängen bei Musikinstrumenten mit Saiten zusammenhängt und so **mit Mathematik zu fassen** ist, also **mathematische Harmonien die Welt durchziehen**. Auch in Religionen mit abstrakten Gottesvorstellungen wurde das 'Göttliche' mit solchen Vorstellungen verbunden. Das war mit dem naiv-realen Glauben an bestimmte heilige Geschehnisse eher schwer zu verbinden, aber in den frühen christlichen Diskussionen über Gott gab es bei den intellektuellen Vertretern des frühen Christentums manche Verbindung von Platonismus/Neo-Platonismus und christlicher Weltsicht. Was die **Evolution** betrifft, so nahm noch LAMARCK einen hinter den Geschehnissen liegenden 'Plan' an, der sich in der Evolution verwirklicht. Mit hinter den Dingen liegenden Prinzipien rechnete dann auch die Naturphilosophie, mit der Annahme, diese Prinzipien nicht nur zu erkennen, sondern an den Anfang der Forschung zu stellen.

Der **Nominalismus** sah dann im Vordergrund die Einzeldinge und Zusammenfassungen, Ordnungen waren dann sekundär. Die Erfasser der Tatsachen standen den allgemeinen Prinzipien kritisch bis ablehnend gegenüber. ARISTOTELES folgte zwar nicht PLATO(N), aber allgemeine Prinzipien gibt es auch bei ihm.

**"Systeme" - vieles oder alles erklärende Hypothesen oder Theorien in einzelnen Fachgebieten - Einzelwissenschaftliche umfassendere Konzepte**

Um die Menge der realen Gegebenheiten in einen überschaubaren Rahmen zu bringen, entwickelten manche Forscher möglichst umfassende, vieles erklärende "Hypothesen". Umfassendere Hypothesen, "**Konzepte**", bestimmten zeitweise das Denken in einzelnen Fachgebieten stark. Im späten 18. und im beginnenden 19. Jahrhundert wurden solche vieles oder alles in einem Fachgebiet erklärende Konzepte als "**Systeme**" bezeichnet. In der Medizin gab es in den Jahrzehnten vor und nach dem Jahrhundertwechsel von 1800 "Systeme", in denen versucht wurde, viele oder gar alle realen Krankheitserscheinungen auf einen gemeinsamen Faktor, auf eine ihnen gemeinsame Ursache zurückzuführen. Verbreitet war das BROWNSche 'System', wonach alles auf Erregung basierte. Der Anatom SAMUEL THOMAS SOEMMERRING führte das Temperament oder das Verhalten von Kindern wie auch die Krankheiten auf die Nerven, auf deren anatomische und physiologische Eigenschaften zurück (1811). Die Nerven begleitende Arterien sollen nach SOEMMERRINGs Auffassung den Nerven Feuchtigkeit, 'Fluida nerveo', zuführen. Die Nerven der Kinder hätten reichlichere Arterienbegleitung, die Nerven der Kinder wären feuchter und weicher, wirken daher leichter und kräftiger. Luftmangel würde die Nervenflüssigkeiten verändern, was zur Hypochondrie führt. Frauen hätten zartere Arterien-Häute als Männer, diese Zartheit reiche vermutlich bis in die feinsten Arterien, das gäbe mehr gestörte Sekretion der von den Arterien stammenden Nervenfeuchtigkeit und erkläre die besonderen Eigenschaften im Verhalten der Frauen. Auch die Tollwut wird aus der Nervenflüssigkeit mit erklärt. Die Nervenflüssigkeit solle auch in die Milch der Frauen treten und säugende Ammen könnten somit dem Kinde mehr ihre Eigenschaften aufprägen, während die der Mutter in den Hintergrund treten. Die Pustelausbildung bei Pocken geschieht unter Mitwirkung der Lokalnerven, das Pockengift verändere wahrscheinlich die Nerven und die Krankheit tritt, wenn überhaupt, nur einmal im Leben eines Menschen auf. Wenn ein Gelehrter ausgestattet mit einer solchen Sichtweise die Natur betrachtet, dann wird er fürwahr ein kühnes Gedankengebäude errichten, jedoch auch den Kritikern bald ausreichend Blößen bieten. SAMUEL THOMAS SÖMMERRING war sich andererseits der Tatsache bewußt, daß entgegen dem richtigen Vorgehen oft vorschnell Schlußfolgerungen gezogen werden und hat davor gewarnt (1796, S. 5 / 6). Alle Mannigfaltigkeit der Natur wäre "verloren für uns, weil wir nichts in ihr suchen, als was wir in sie hineingelegt haben; weil wir ihr nicht erlauben, sich gegen uns

herein zu bewegen, sondern vielmehr mit ungeduldig vorgreifender Vernunft gegen sie heraus streben". Er sprach gegen das "...voreilige Streben nach Harmonie, ehe man die einzelnen Laute beisammenhat, die sie ausmachen sollen;..." Andererseits jedoch war SÖMMERRING von seinem Gedankengebäude wohl dermaßen überzeugt, daß er die eigene Warnung vor dem Hineinlesen in die Natur bei dessen Errichtung übersah. Eine Zeit lang rangierte auch die Elektrizität als eine überall mitwirkende, gar beherrschende Naturkraft und "es fing der Geist der Elektriker schon gewaltig an in der Physiologie zu spucken" (S. TÖLTÉNYI 1838, S. 149), wurde versucht, "alle Krankheiten aus dem Uebermasse oder Mangel der Elektrizität abzuleiten, diesem gemäss auch Systeme der Medicin aufzustellen, in welchen uns alle Krankheiten an der Hand dieser geheimnissvollen Dame vorgeführt werden."

Ein viel erklärendes kühnes Gedankengebäude mit Anklang an die "romantische Naturphilosophie" war LORENZ OKENs (1805) Auffassung von den "Infusorien" als den **Grundbausteinen aller Lebewesen**. Verfault ein Organismus, so sollten gemäß OKEN 1805 die Grundbausteine, eben die 'Infusorien', freigesetzt werden. Lebendes und frisches Fleisch sollten sich weniger rasch in ihre Infusorien zerlegen als totes Fleisch. Absonderung von Infusorien aber sollte auch die Bildung von Spermien beim Manne sein. Die Spermien - beziehungsweise Spermienbildung erfolgte, wenn der Mann bereits die Höhe des Lebens erreicht hatte und war erstes Zeichen vom kommenden Absterben, dem Zerfall seines Körpers. Auch die Frau sollte ihren Fötus aus ihren Infusorien zusammensetzen. Ein umfassenderes Gedankengebäude wurde auch die viel realere Zellenlehre (1838, 1839), wonach in diesen Elementarbausteinen aller Lebewesen die entscheidenden Lebensvorgänge stattfinden sollten.

In manchen Perioden der Geschichte wurden kühnere Gedankengebäude sowohl für die gesamte Wissenschaft wie auch in den einzelnen Fachgebieten eher bewundert, in anderen Perioden sah man in ihnen mehr unsachliche Gedankenspielereien. Der allgemeinen Gedanken aufgeschlossene Berliner Botaniker ALEXANDER BRAUN schrieb noch 1871 (C. METTENIUS 1882, S. 681), einer der Naturphilosophie eher skeptisch gegenüberstehenden Periode: "Wenn wir auch in den kühnen Versuchen Oken's viel Verkehrtes sahen, so ehrten wir doch den Versuch, die Natur in ihrem ganzen Zusammenhang zu erklären und wenn wir auch in Schelling's Darstellungen nicht Alles faßlich fanden, so bezauberte uns doch der Versuch, Natur und Geist als Seiten einer

einzigsten Lebensentwicklung, Heidentum und Christentum als Stufen eines und desselben Offenbarungsprocesses darzustellen".

Da sich alle "Systeme" als unzureichend erwiesen, setzte im weiteren Verlaufe des 19. Jahrhundert Kritik gerade an diesen "Systemen", oft auch an anderen Hypothesen, ein. Bisherige "Systeme" in der Medizin suchte etwa in Frankreich FRANÇOIS MAGENDIE und in Wien der Pathologe STANISLAUS TÖLTÉNYI, letzterer mit seinem zweibändigen Werke "Versuch einer Kritik der wissenschaftlichen Grundlage der Medicin" von 1838, auszuschalten. Gewiß wollte TÖLTÉNYI eben neu die Grundlage der Medizin schaffen, aber indem er das, was - seiner Meinung nach (S. VII) - "der Natur ist, der Natur, und was der Erdichtung ist, der Erdichtung" wiedergab. Er wollte sich "so viel als möglich, den Männern anreihen, die die leitende Hand der Natur, unter den Stürmen der Philosophie nicht fahren ließen..." Zu wünschen war das sicherlich mehr als durchzuführen. Auch der Wechsel in der Politik von 1789 bis zur erneuten Konsolidierung der Monarchien in Europa nach 1815 und der damit verbundene Wechsel politischer Ansichten machte viele skeptisch und kritisch gegenüber allen umfassenden Meinungen nicht nur in der Politik. In der Politik hatte schließlich mancher Machtwechsel für die Anhänger bestimmter Richtungen mit dem Verlust der bürgerlichen Existenz geendet.

Dennoch blieb manche Einzelwissenschaft wenigstens für längere Zeit geprägt von Konzepten, die Forschungen in ihr leiteten und die Dinge durch die "Brille" dieser Konzepte sehen ließen.

Eine umfassendere, etliche Fachdisziplinen bestimmende Auffassung, ein regelrecht die Forschung lenkender "roten Faden" wurde die "**Evolution**" - Lehre. Die Vorstellung von der Entwicklung, von der Evolution hat zwar vor allem die Biologie bestimmt, aber auch andere Naturwissenschaften, noch vor der Biologie die Geologie und nach der Begründung der Deszendenztheorie von DARWIN die Astronomie und selbst die Chemie beeinflußt. Mit der Akzeptierung der "Evolutions" - Auffassung wurden viele biologische Disziplinen neu aufgebaut. ERNST HAECKEL hat in einem dickleibigen, zweibändigen Werk, der „Generellen Morphologie“ von 1866, die gesamte Morphologie und Anatomie versucht, auf die neue Grundlage der evolutionären Betrachtung zu legen. In der Astronomie hat LOCKYER

Etliche Konzepte lösten sich in der **historischen Geologie**, in der **Erdgeschichtsforschung** ab. Die Geologie wie die Paläontologie waren seit

etwa 1800, seit dem Auftreten von CUVIER und BRONGNIART, bestimmt von der „**Katastrophen-Theorie**“. Diese Theorie war genau genommen eine Hypothese. Nach dieser Auffassung wurde die Erdkruste in ihrer Geschichte immer wieder einmal von erdweiten oder doch große Teile der Erdoberfläche vernichtenden Gewaltereignissen heimgesucht. Die meisten Lebewesen auf dem Festland kamen dabei um. Nach dem Ende der Katastrophe aber erschien eine neue Tier-und Pflanzenwelt, mehr der gegenwärtigen angenähert und „höher“ entwickelt. Es blieb offen, welche ‚Kraft‘ die neuen Formen von Tieren und Pflanzen in Existenz setzte. CUVIER setzte nicht wie später D'ORBIGNY einen Schöpfer ein, sondern meinte, daß wenn heutzutage die Tier-und Pflanzenwelt aller Kontinente mit Ausnahme von Australien vernichtet würde und die gesamte Erde von Australien her neu besiedelt würde, dann fast überall das Bild einer Katastrophe und anschließender Neuschöpfung vorhanden wäre. Wichtig ist, daß der von der Gültigkeit der „Katastrophentheorie“ ausgehende Forscher zahlreiche Phänomene fand, die mit dieser Theorie erklärbar schienen. Es bedurfte dann kritischer, skeptischer Geister, um auch Ungereimtheiten. 'Anomalien' in der Deutung der Phänomene durch die Katastrophentheorie zu finden. So entwickelten PREVOST, SCROPE, dann in Deutschland der Gothaer Staatsbeamte von HOFF und dann vor allem CHARLES LYELL die '**uniformitaristische**' (Uniformitarismus) oder '**aktualistische**' (Aktualismus) Auffassung von der Erdgeschichte. Gemäß dieser Auffassung wirkten bei der Gestaltung der Erdkruste in allen Perioden der Erdgeschichte dieselben Kräfte oder Faktoren. Heute wirksame Agenzien waren seit jeher vorhanden, in der Vergangenheit wirksame Kräfte verändern die Erdkruste auch heute, ob nun fließendes Wasser, Wind, Brandung an der Küste oder die prinzipiell in den bekannten gegenwärtigen Größenordnungen wirkenden vulkanischen Kräfte. Hochgebirge stiegen nicht mehr im Gefolge von erdweiten Katastrophen empor, wie es noch ELIE DE BEAUMONT behauptet hatte. In kleinen Hebungsschritten, gewissermaßen von einem "normalen" Erdbeben zum nächsten, stiegen auch solche Hochgebirge wie Alpen, Anden oder Himalaja zur gegenwärtigen Höhe empor.

Nunmehr sahen viele Geologen die aus der erdgeschichtlichen Vergangenheit verbliebenen Phänomene unter dem aktualistischen Gesichtswinkel. Es wurde auch von der „Brille“ gesprochen, unter der die Natur betrachtet wurde. DE LA BECHE zeichnete eine Karikatur, in der LYELL einem anderen Geologen seine "Brille" reicht und ihm empfiehlt, mit dieser Brille, der "aktualistischen", die Erde und ihre Geschichte zu betrachten. LYELL selbst erschien dann sogar die



für die Eiszeiten behauptete weite Ausbreitung der Gletscher als ein zu katastrophenähnlicher Vorgang und er zog wenigstens für zahlreiche Territorien die "Drift-Theorie" vor, wonach auf einem Meer Eisschollen mit Felsbrocken trieben und diese beim Abschmelzen der Eisschollen zum Meeresboden sanken. Wurde das Gebiet gehoben, so war es mit ortsfremden Gesteinsbrocken übersät, so wie die "erratischen Blöcke" oder "Findlinge" das Landschaftsbild der ehemals vergletscherten Gebiete mit prägen. Dabei soll keineswegs in Frage gestellt werden, daß die "aktualistische Betrachtung" in der Geologie sehr fruchtbar war und in vielem ein sehr wahrscheinliches Bild von der Erdkrustenentwicklung lieferte. Erst in neuerer Zeit wurde etwa das Aussterben der Saurier am Ende der Kreidezeit auf ein exzeptionelles Ausnahmeereignis, den Einfall eines größeren Meteoriten, zurückgeführt und nunmehr ein gewisser 'Neo-Katastrophismus' in der Geologie wieder eingeführt, nicht ohne Skepsis und Zweifel. Die aktualistische Auffassung, das aktualistische Konzept, war auch in anderen 'historischen' Wissenschaften maßgebend. DARWIN, von LYELLS Aktualismus stark beeindruckt, war sich bewußt, daß seine Deszendenztheorie nur dann akzeptabel ist, wenn er die Wandlung der Organismen auf noch gegenwärtig wirkende und damit auf erforschbare Faktoren zurückführt. Als solche betrachtete er dann 1. die Variabilität, 2. die Selektion ('natürliche Auslese'). In der Züchtung der Haustiere und Kulturpflanzen waren beide Faktoren zu untersuchen und gerade das erschien als Anwendung des Aktualismus auf die Evolutionstheorie. Allerdings hat die Irreversibilität der Organismenevolution mit den spezifischen Formen in den einzelnen Erdzeitaltern zu einer Änderung von LYELLS ursprünglichem Aktualismus geführt. Mochten die anorganischen 'Kräfte' in den verschiedenen erdgeschichtlichen Perioden die gleichen sein, so waren es die jeweils vorhandenen und gar die vorherrschenden Lebewesen keineswegs. Auch hatte es vor der Besiedlung des Festlandes auf der ganzen Erde Wüsten gegeben, auch in regenreichen Gebieten. Die Verwitterung wich ohne Pflanzendecke vom derzeitigen Geschehen also in etlichen Territorien erheblich ab.

Aber auch **Erkenntnisse von geringerer Ausdehnung** haben dazu geführt, daß Ähnlichkeiten in anderen Fällen gesehen wurden. Der dänische Zoologe STEENSTRUP hatte bei der Ohrenquelle einen **Generationswechsel** zwischen Meduse und Polyp nachgewiesen. Damit war angeregt, wie etwa der Zoologe CARL THEODOR ERNST von SIEBOLD (1856, S. 9 / 10) ausführte, in Fällen nicht aufgeklärter Fortpflanzung bei niederen Tieren und Pflanzen nach

demselben Sachverhalt, einem Generationswechsel, zu suchen, **das Prinzip also "nach allen Richtungen hin" auszubeuten**, oder wie zu der Darlegung von STEENSTRUP bei C. CHUN (1892, S. 100) zitiert wird: "wie ein Ferment eine Masse von verwandten Vorgängen theils verständlich gemacht, theils neu beobachten gelehrt hat." Für viele teilweise gefährliche Eingeweidewürmer und parasitische Pilze wurde tatsächlich ebenfalls ein Generationswechsel gefunden.

Es war bisweilen allerdings auch schwierig und gelang manchmal nur bedeutenderen, selbstbewußten Forschern, sich aus dem regelhaft versklavenden Banden eines forschungsleitenden Prinzips, auch eines Paradigmas, **herauszulösen**, wenn es an seine Grenzen kam..

### **Glaubensartige Auffassungen**

Manche Forscher vertraten auch Grundüberzeugungen, welche eher der Gefühlssphäre als der streng sondernden Wissenschaft angehörten. Sie waren nicht in dem Sinne 'beweisbar', wie es ansonsten für wissenschaftliche Hypothesen erwartet wurde. Sie konnten dennoch einen Forscher lenken und beflügeln.

Solche Grundüberzeugungen sind etwa in der Biologie jene die als 'Vitalismus' oder als 'mechanische' oder 'physikalisch-chemische' Auffassung auftraten.

Der im 19. Jh. etliche Zeit führende Berliner Botaniker ALEXANDER BRAUN war eben der Auffassung (C. METTENIUS 1882, S. 464 / 465), daß das Leben nicht von den 'Prinzipien der Physik' erklärt werden kann, daß alle Lebenserscheinungen auf einen inneren Plan und innere Selbstbestimmung hinweisen. Das stand im Gegensatz zu den Ansichten etwa von HAECKEL oder vielen Physiologen, wobei sich über derartige Auffassungen kaum ein letztes Wort gewinnen ließ. BRAUN wurde immerhin durch seine Auffassung geleitet, nach morphologischen Gesetzmäßigkeiten im Bau der Pflanzen zu suchen und etwa Gesetze der Blattstellung oder der 'Schuppen'stellung bei den Zapfen der Nadelhölzer zu suchen und aufzustellen. Im August 1873 schleppte BRAUN bei einem Urlaub in Görbersdorf in Schlesien "zur großen Verwunderung der Dorfbewohner" ganze Säcke voll Fichtenzapfen in sein Quartier, "um die Schuppenstellung daran zu prüfen und die Zahl der Ausnahmefälle von der vorherrschenden 8 / 21-Stellung zu constatieren". In 4 Wochen wurden mehr als

5000 Zapfen der Fichte (Rottanne) so "abgezählt". Es war eine Forschungsansatz, der anderen Botanikern der Zeit ziemlich fremd war.

### **Komplexe Hypothesen- und Theoriengebäude und deren Entflechtung**

Als Theorie oder Lehre wurden auch umfassende Lehrgebäude bezeichnet, solche, die etwa mit der Endsilbe "-ismus" belegt wurden. Hierzu gehört der "Darwinismus" oder auch der "Marxismus" oder gar der "Marxismus-Leninismus". In diesen und anderen Fällen liegt aber keine einzelne Aussage vor, sondern wird unter dem Namen einer "Theorie" oder gar einer angeblich gesicherten "Lehre" eine Vielzahl von Aussagen, ein ganzes "**Theorienbündel**", geboten, die einen gewissen Zusammenhang sicherlich besitzen, aber die auch so unterschiedliche Dinge betreffen, daß jede Aussage einzeln zu untersuchen und zu prüfen ist. Die einzelnen Theorienteile werden auch als "**Theoreme**" bezeichnet.

Was den "Darwinismus" und die **Evolutionstheorie** in der Biologie betrifft, so erkannten die führende Biologen diese Theorie prinzipiell an, dachten aber über die Faktoren der Evolution, die Kausalität, vielfach recht unterschiedlich. Etwa OSKAR HERTWIG stand auf dem Boden der Evolutionstheorie, gab jedoch dem Evolutionsfaktor Selektion kaum Bedeutung und suchte die Umbildung der Formen vor allem auf die "Vererbung erworbener Eigenschaften" zurückzuführen, eine zur Zeit seiner Publikationen schon recht obsolet gewordener Faktor. WEISMANN, der die "Vererbung erworbener Eigenschaften" auf Grund gewichtiger Argumente für nicht gegeben hielt, sah in der Selektion einen ganz wesentlichen Faktor der Evolution, schrieb einmal von der "Allmacht der Naturzüchtung".

Unter dem Terminus "**Marxismus**" wurden bis 1989 in den kommunistischen Staaten und auch anderswo die heterogensten Dinge zu vereinigen gesucht und gar gefordert, sie alle im Block anzuerkennen, ob sie nun die Entwicklung in der Natur oder in der Menschengeschichte betrafen, die Zurückführung aller Geschichte auf Klassenkampf, die Mehrwertaneignung und vieles andere. Es erhebt sich der Verdacht, daß hier eben eine Weltanschauung, eine "Ideologie", ein Machtinstrument gehandhabt wurde, das schon durch seine Komplexheit das analysierende Nachdenken erschweren und das den Eindruck eines in allen Teilen stabilen Gebäudes erwecken sollte. Aber bald entwickelte jedes sozialistische oder kommunistische Land, jede marxistische Bewegung ihre eigene "marxistische" "Lehre", wobei jeder den Anspruch auf Gültigkeit erhob.

### **Diskussionen um die Grenzen des Erkennens, Grenzen des Wissens**

Es ist eine alte Streitfrage, ob der Mensch alles in der Welt "erkennen" kann, wobei der Begriff der "Erkenntnis" sich sicherlich auf verschiedene Dinge beziehen kann, auf die phänomenale Erfassung der Welt wie auch auf die Erfassung von "Ursachen".

Daß bei der Beurteilung von möglichen 'Grenzen' der Wissenschaft subjektive Empfindungen mitspielen, aber doch kritisch betrachtet werden sollten, meinte EDUARD PFLÜGER (1889, S. 11): "Wer schon jetzt der Wissenschaft der fernsten Zukunft Grenzen stecken will, hält die geistige Arbeit seiner eigenen Individualität für mindestens ebenso bedeutend wie die Gesamtarbeit unbestimmt vieler nach uns kommender Generationen. Erlaubt kann nur der Beweis sein, dass in einem bestimmten Falle eine Aufgabe unlösbar sei." ALEXANDER von HUMBOLDT sagte (zitiert aus E. PFLÜGER 1889, S. 10): "Man schadet den Wissenschaften, wenn man den ohnehin nicht allzu regen Geist der Untersuchung noch dadurch zurückhält, dass man ihm zu früh die Grenzen bezeichnet, über welche er nicht hinausschreiten darf." EMIL DU BOIS-REYMOND hatte in einem berühmten Vortrag die Behauptung aufgestellt, daß gewisse Dinge nicht geklärt werden können. ERNST HAECKEL antwortete darauf mit dem Buche "Die Welträtsel" von 1899 und behauptet die vermeintliche Aufklärung der 'Welträtsel'. Der Zoologe und Entwicklungsphysiologe HANS DRIESCH betonte, daß die grundlegenden Probleme in der Biologie bereits im Altertum durch ARISTOTELES grundsätzlich angesprochen wurden und somit der Rahmen für Forschungen festlag. Was in den folgenden Jahrtausenden und namentlich seit dem 19. Jh. hinzugefügt wurden, waren die vielen neuen Daten, die eingehenderen Einzelkenntnisse, welche auch die Vorstellungen über solche Vorgänge wie Embryonalentwicklung und Vererbung um vieles verfeinerten. DRIESCH schrieb 1901 (S. 220): "...in wie engen Grenzen sich menschliches Wissen überhaupt bewegt: zwar wissen wir heute sehr vieles Einzelne vom Leben, was die Alten nicht wussten, aber das Beste und Wertvollste, was wir heute vom Leben wissen, das ahnte auch schon jener große Hellene". Der Astronom EDDINGTON verglich im 20. Jh. die Hypothesen mit den Netzen der Fischer. Netze weisen unterschiedliche Maschenweite auf. Je nach der Weite der Maschen bleiben unterschiedliche Fischarten und andere Wasserwesen in dem

Netz hängen. Nicht vom Netz erfaßte Organismen entflüchteten unbemerkt. Mit einem anderen Netz würden gerade diese Formen „herausgefischt“. Um dieses Gleichnis von EDDINGTON weiter zu interpretieren: Die Erkenntnis ist in Abhängigkeit von den jeweils angewandten Forschungsmethoden nur eine relativ willkürliche Auswahl aus dem, was es zu erkennen gäbe.

### **Unterschiedliche Beweislage bei den verschiedenen Hypothesen**

Aus Beobachtungen immer wiederkehrender Vorgänge abgeleitete Annahmen wurden meistens als sicherer, als 'exakter' angesehen, als die Ergebnisse der 'historischen' Forschung, einschließlich der 'Naturgeschichte' (TH. L. W. BISCHOFF 1879). Eben deshalb meinten die Entwicklungsphysiologen, daß sie exakte, reproduzierbare Ergebnisse und auf diesen beruhende mehr sichere Hypothesen gewinnen als die Evolutionsforscher. In Ablehnung der auch von ihm zeitweilig vertretenen Naturphilosophie der Romantik hatte auch JOHANNES MÜLLER schon gefordert: "Ich wünsche Erfahrung, die sich in allen Fällen wiederholen lässt, die immer dieselben Resultate gibt, wie man sie von jedem guten physikalischen Experimente zu fordern gewohnt ist" (zitiert aus E. DU BOIS-REYMOND 1860, S. 50).

Kritisch zur Evolutionstheorie stand auch J. LOEB (1899, S. 130), der das Maschinenmäßige an den Lebewesen erforschen wollte: "Ich glaube aber, dass der "historische" Weg der Erklärung der Lebenserscheinungen, d. h. der Versuch einer phylogenetischen Erklärung derselben erkenntnistheoretisch ebenso verfehlt ist, wie wenn man etwa darauf bestehen wollte, dass die Dampfmaschine geologisch zu erklären sei. Bei Maschinen interessiert uns die Umwandlung und Dosierung der Energie, die Geschichte unseres Planeten kann uns darin nicht förderlich sein. Lebende Wesen aber sind Maschinen und müssen als solche analysiert werden, obald wir ein Verständniss ihrer Reactionen erlangen wollen. In den erkenntnistheoretischen Irrthum "historischer" Erklärungsmethoden ist die Biologie nur dadurch gerathen, dass dem genialen Wiedererwecker des Evolutionsgedankens, Darwin, die energetischen Naturwissenschaften (Physik, Chemie und Physiologie) weniger nahe lagen."

## 6. Datenerfassende Forschung, Forschung auf abgesteckten Wegen

### **Allgemeines zur Datenerfassung**

Ein Großteil an Forschung bestand und besteht in systematischer Erfassung von Dingen, etwa von Naturkörpern, in der Gewinnung von Daten. Datenerfassung betrieben die Großen in der Wissenschaft, auch als Einzelforscher, aber auch von den nicht so erstrangigen Forschern der neueren Zeit wurden viele gerade mit der Erfassung von Daten betraut. Zur Datenerfassung wurden manche große Forschungsunternehmen, lange Aufenthalte im Eis der Arktis und der Antarktis, auf den Weg gebracht. Auch in der Öffentlichkeit erscheint das Bild eines Forschers öfters als das eines Datenerfassers.

Und als **Ergebnis** von Datenerfassung stand in etlichen Fällen eine **umfassendere Erkenntnis, auch unerwartete**. Als gerade manche Datenerfassung führte zu "Zufallsentdeckungen".

Systematisches Datensammeln stand **nicht** am Beginn jeder Wissenschaft. Andererseits geht Sammeln wenigstens bei manchen Menschen schon in die menschliche Frühgeschichte zurück und werden manche Menschen offenbar von einem Sammler"trieb" beherrscht, der oft Naturgegenstände einbezog. Neben dem Skelett eines frühgeschichtlichen Mann in Mitteldeutschland fand sich eine Sammlung von Weichtiergehäusen, und zwar von jeder "Art" nur ein Stück. Für den Sammler waren nicht immer neue Entdeckungen das Ziel. In die **Naturalienkabinette** des 17. Jh. wurde teilweise alles an Naturgegenständen eingetragen, was sich präparieren oder konservieren ließ. "Kuriositäten" standen in besonderem Ansehen. Schließlich nannte sich die älteste noch bestehende deutsche Naturforscherakademie, die "Leopoldina", Akademie der Naturkuriositäten. Aber aus den reichen Sammlungen, etwa aus den fürstlichen Naturalienkabinetten, die der Fachmann ordnete, wurde dann ein Blick für die Vielfalt der Naturkörper gewonnen. Auch im **Experiment** wurden Daten gesammelt, systematisch etwa die Wirkung von bestimmten Agenzien auf Organismen verfolgt.. Nachdem die Elektrizität und etliche ihrer Wirkungen in der Mitte des 18. Jh. bekannt geworden waren, haben Forscher systematisch die verschiedensten Dinge der Elektrizität ausgesetzt, um eventuelle weitere Effekte zu finden. SPALLANZANI elektrisierte sogar Larven von Amphibien, teilweise über mehrere Tage hindurch. Die Befruchtung der Amphibien-Eier, wie fast erwartet, konnte aber nicht durch Elektrizität ersetzt werden (L. SPALLANZANI 1786, S. 236). Mediziner prüften, ob Elektrizität das

Pflanzenwachstum fördert, Krankheiten beeinflusst, ja mentale Störungen bei Menschen mindert.

Systematisches wissenschaftliches Datensammeln erfolgte jedenfalls verstärkt auf einer relativ **reifen Stufe der Wissenschaft**. Solche Datenerfassung erschien für die Wissenschaft sinnvoll und gerechtfertigt, als deutlich geworden war, daß bei dieser Datenerschließung bisher unbekannte Naturkörper, Phänomene oder Probleme gefunden werden.

Daten galten manchen als **dauerhafte** Ergebnisse der Forschung. Mit besseren Verfahren der Datenerfassung, etwa besseren Meßmethoden, verloren gesammelte Daten jedoch auch wieder ihren Wert. Mit dem **Fortgang der Wissenschaften** wurden und werden **neue Daten** erfaßt, was immerhin so viel an theoretischem Einfluß zeigt, daß man aus solchen neuen Daten neuartige Aufschlüsse erhoffte. Waren die Tier- und Pflanzen-Arten mancher Regionen bekannt, so wurde auch ihre Verbreitung, ihr Zusammenvorkommen in "Gesellschaften" ermittelt, erstand die neue botanische Disziplin der Geobotanik oder Pflanzensoziologie.

Über manches aus vergangener Zeit muß aus den seinerzeitigen Angaben auch mühsam rekonstruiert werden.

Daten über im Zeitverlauf sich **verändernde Dinge** behalten aber auch bei mancher Unsicherheit in den Angaben einen Wert (P. BROSCHE 1985), so Angaben über die Stellung der Fixsterne am Firmament der Antike oder über Klimaverhältnisse in früheren historischen Perioden. Ein Fortschritt war die **automatische Erfassung** zahlreicher Daten, so in der Meteorologie schon seit dem frühen 18. Jh. wenigstens versucht. Bei der **Menge** an erfaßten Daten wurde die Möglichkeit ihrer **sinnvollen Auswertung** manchmal **zweifelhaft**. Computer geben große Hilfe. Eine science fiction-Vorstellungen beschrieb eine Welt, in welcher zwar der Mensch verschwand, jedoch datensammelnde Geräte noch immer automatisch funktionieren und sinnlos Daten zusammentragen.

### **Speicherung zusammengetragener Daten**

**Naturobjekte**, namentlich Tiere, Pflanzen, Mineralien, Gesteine, seit der neuen Mikroskopie auch mikroskopische Präparate, wurden in **Sammlungen** vereint und es galt das Bestreben, diese Dinge durch Pflege über die Zeiten hinweg zu

bewahren. Bei Fossilien gelingt das gewiß leichter als bei von Motten bedrohten Vogelbälgen oder käfergefährdeten Herbarpflanzen. Andere Daten wurden in **Tabellen** geordnet. Der Ingenieur und Seismologie-Begründer ROBERT MALLET (W. FISCHER 1974) und sein Sohn JOHN W. erfaßten tabellarisch die zwischen 1606 v. Chr. und 1858 n. Chr. berichteten 6.831 **Erdbeben** für die British Association of the Advancement of Science, Es ließen sich so besonders gefährdete Erdbebenregionen erkennen wie überraschende in als weitgehend sicher geltenden Gebieten. Und ganz wichtig ist dann die **Kartographie**, die auf fast einen Augenblick wichtige Daten erkennen läßt.

### **Datenerfassende Forschung in der Geschichte der Wissenschaften**

Datenerfassungen gibt es mindestens seit der reiferen griechischen Antike, und der etliche Zeit in Athen tätige ARISTOTELES hat verschiedenste Tierformen erfaßt. In der **hellenistischen Periode** der Kultur- und Wissenschaftsentwicklung nach 330 v. Chr. mit dem wissenschaftlichen Zentrum Alexandria wurde von HIPPARCH eine Kartierung der Himmelskörper betrieben, also eine **Sternenkarte** erstellt, wobei ein neuer Stern dazu angeregt habe. Gemäß PLINIUS hat HIPPARCH bei seiner Erfassung der Himmelskörper an die Nachwelt gedacht, die später durch Vergleich mit der Sternkartierung von HIPPARCH "entdecken könne, nicht nur ob die Sterne geboren werden und sterben, sondern auch ob sie ihre Stelle verändern, und ob sie zu- oder abnehmen" (zitiert aus J. HERSCHEL 1836). Mit dieser Einordnung seiner Forschung in den Strom der Zeit, mit Blick auch auf kommende Generationen, hat HIPPARCH eine wichtige, moralisch hochwertige Aufgabe erfüllt, denn es sollte die Wissenschaft auszeichnen, daß sie nicht nur der jeweiligen Gegenwart verpflichtet ist. Aus Sternaufzeichnungen verschiedenen Alters hat 1718 der englische Universalgelehrte HALLEY abgeleitet, daß einige helle Sterne, so wie Sirius, Arcutrus und Aldebaran, Eigenbewegungen am Himmel vollzogen haben müssen (B. STICKER 19).

In der Zeit des **römischen Imperiums** stellte PTOLEMÄUS (PTOLEMAIOS) die **Längen-und Breitenangaben** zahlreicher Orte zusammen. Die zugehörige Karte ging zwar verloren, aber aus den erhaltenen Längen-und Breitenangaben wurden im 15. Jh. geographische Karten rekonstruiert, die mit zu den Entdeckungsfahrten im späten 15. Jh. anregten. Die fehlerhaften Längenangaben des PTOLEMÄUS hatten allerdings die Erde so schrumpfen lassen, daß eine Fahrt von Westeuropa nach dem Westen bis nach Asien viel einfacher wirkte, als



sie dann tatsächlich war. Der zur Zeit der römischen Kaiser CLAUDIUS und NERO in der römischen Armee tätige Arzt DIOSKORIDES aus Anazarbas in Kilikien (J. M. RIDDLE 1971) stellte die bekannten, damals als wirksam angesehenen **Arzneimittel** in seinem großen Sammelwerk "De materia medica" zusammen und schuf damit das Vorbild der Arzneimittelübersichten, der "**Pharmakopoën**". DIOSKORIDES erwähnt in den 5 "Büchern" seines Werkes als Heilmittel über 600 Pflanzen, 35 Tierprodukte, 90 mineralische Substanzen, welche als Heilmittel verwendet werden. Von dem Werk gibt es zahlreiche, teilweise veränderte und auch mit Illustrationen versehene Texte, auch in lateinische und arabische Übersetzung und es regte an zu den Kräuterbüchern der Renaissance.

Die Botaniker und Zoologen haben sich seit dem 16. Jh. bemüht, möglichst sämtliche "**Geschlechter**" der **Pflanzen und Tiere**, also alle ihre im 17. Jh. seit RAY "Species" genannten Formen zu erfassen, so die Pflanzen in den "Kräuterbüchern" etwa von BOCK, BRUNFELS, FUCHS, LONICER(US), L'ECLUSE (CLUSIUS), MATTHIOLI, TABERNAEMONTANUS und anderen. Die bekannten Tiere der Welt erfaßte CONRAD GESNER.

In der zweiten Hälfte des 18. Jh. bereisten etliche Forscher im Geiste von CARL von LINNÉ, der für die **Erfassung der Arten** (Spezies) neue Kriterien einführte, große Teile der Erde zur Erforschung von Flora und Fauna. Die Schiffe der schwedischen Ostindien-Kompagnie nahmen LINNÉs Schüler, seine "Apostel", sogar kostenlos an Bord.

Mit Datenerfassung kamen führende **Astronomen** zu ihren teilweise grundlegenden Erkenntnissen, zunächst in der Art von **Himmelskartierung**, als Sammler von Daten über Sterne. Wichtige Daten konnten auch selten eintretende Ereignisse liefern. Das war der Fall beim **Durchgang** (transit) des Planeten **Venus** (A. CHAPMAN 1998) vor der Sonnenscheibe, ein Ereignis, das voraussagbar war. Für die Beobachtung des seltenen, aber für 1761 und 1769 vorausgesagten Ereignisses wurden aufwendige Expeditionen mit Astronomen in verschiedene Regionen der Erde entsandt, da aus den Zeiten für Eintritt und Austritt des Planeten vor der Sonne an den verschiedenen Orten die Entfernung der Sonne von der Erde exakt bestimmbar erschien. Erkannt hatte das EDMOND HALLEY, der einen solchen Durchgang für 1761 voraussagte, ein Jahr, das er unmöglich noch selbst erleben konnte und die Nachwelt anregte. Daß aufwendige Expeditionen ausgesandt werden mußten hatte seine Ursache in

dem noch fehlenden Netz ständiger Beobachter in den verschiedenen Regionen der Erde. Der Durchgang am 6. Juni 1761 wurde von 120 Beobachtern an 62 verschiedenen Stationen verfolgt. Solche Stationen lagen auch in Sibirien, Neufundland, Südafrika. Es zeigte sich, daß der Eintritt und Austritt nicht exakt bestimmt werden konnte, weil die Venus im Fernrohr wie ein Tropfen am Sonnenrand erschien. Bei dem folgenden Durchgang am 3. Juni 1769 wurde das rechtzeitig beachtet. Dieser Durchgang wurde von 151 Beobachtern an 77 Orten verfolgt. JAMES COOK war in die Südsee entsandt worden, ließ das beobachten von den kurz vorher entdeckten Tahiti aus und hat auf der Weiterreise noch bedeutende geographische Entdeckungen zuwege gebracht, so die Ostküste Australiens, Neuseelands Natur als Doppelinsel. Der nächste Transit der Venus vor der Sonnenscheibe fand erst 1874 und 1882 statt, als bereits die Fotografie verfügbar war. Die Himmelsdaten können nunmehr längst auch anders gewonnen werden.

Der für die Begründung der Astronomie des 19. Jh. führende WILLIAM HERSCHEL (C. A. RONAN 1988) begann als zunächst Amateur mit der Aufzeichnung aller Objekte, die er am Himmel mit seinen immer besseren selbstkonstruierten Fernrohren fand, was zu überraschenden Entdeckungen, so des Uranus, führte. Zwischen 1796 und 1799 veröffentlichte HERSCHEL seinen "Catalogue of the Comparative Brightness of the Stars" mit der Helligkeitsangabe von fast 3000 Sternen. Falsch war, daß nach HERSCHELs Ansicht jeder Fixstern gleich hell sein sollte, also die relative Helligkeit proportional der Entfernung sein sollte. Dann erstellte HERSCHEL einen Katalog der Doppelsterne und einen der Nebel. Viel Nebel lösten sich bei stärkerer Vergrößerung in Einzelsterne auf, aber das traf nicht auf alle zu.

In Bonn hat FRIEDRICH AUGUST WILHELM ARGELANDER (B. STICKER 19) seit Herbst 1838 die Stern-Helligkeit in 6 Helligkeits-Klassen ermittelt und 1843 in der "Uranometria nova" (dtsch.: Neue Uranometrie) niedergelegt, auch, damit die Nachkommen Auskunft über allmähliche Veränderung des Lichtes einzelner Sterne erhalten können. Die Klassifizierung verlangt selbstverständlich theoretische Überlegungen. Die "Bonner Durchmusterung" des Himmels wurde Arbeitsgrundlage der weiteren beobachtenden Astronomie.

Die **jahrzehntelange Beobachtung** und Dokumentation der Sonnenflecke durch den Apotheker S. H. SCHWABE in Dessau ab 1826 (J. MEADOWS

1984) ergab die **Periodizität** in der Ausbildung der **Sonnenflecken**, wobei SCHWABE 1843 festhielt, daß die Stärke und Häufigkeit der Sonnenflecken einen Rhythmus von etwa 10 Jahren aufweist, festgestellt nach einer gewiß recht kurzen Beobachtungszeit. SCHWABE hatte zwar gehofft, daß er aus den Flecken auch einen neuen Planeten innerhalb der Bahn des Merkur auffinden wird, aber seine Sonnenflecken-Aufzeichnung reichte auch ohne neuen Planeten zu seinem Ruhm.

Beim **Vergleich** der in England schon länger aufgezeichneten magnetischen Anomalien, der "erdmagnetischen Stürme" und der Aufzeichnung der Nordlichter sowie der Sonnenflecken ergab zwischen diesen Erscheinungen Koinzidenz. In England hat der Erbe einer Brauerei RICHARD CHRISTOPHER CARRINGTON (N. LINDOP 2004) die Sonnenflecken auf seinem Privatobservatorium 7,5 Jahre verfolgt, hat über die Verlagerung der Sonnenflecken auf der Sonnenoberfläche einiges gefunden, fand die Rotationszeit der Sonne zu 25,38 Tage und hat wegen seiner ständigen Sonnenbeobachtung den großen Magnetsturm am 1. September 1859 beobachtet, der in der jungen Telegrafie viel Schaden anrichtete und auf Gefährdungen von der Sonne zeugte. Auch durch Amateurastronomen wird die Sonne heute ständig überwacht.

Systematisch gesammelt wurden Daten über den **Erdmagnetismus**, der als solcher faszinierend erschien, wegen seiner Beziehung zum Nordlicht, aber wegen der Beeinflussung der Kompaßnadel ebenso Wichtigkeit für die Navigation besaß. Vor allem auf die Anregung von GAUß wurde nach 1832 anschließend 50 Observatorien an verschiedensten Punkten der Erde, auch auf Spitzbergen, im sibirischen Barnaul, im indischen Trivandrum und auf Tasmanien, der Erdmagnetismus in einem "imponierenden internationalen Unternehmen" (J. BARTELS 1946) verfolgt.

Datensammeln spielte eine große Rolle in der **Chemie**, lange Zeit vielleicht die Wissenschaft mit den meisten, oft unverbundenen Einzeldaten.

Erfasst wurden die **fossilen Lebewesen**. LOUIS AGASSIZ besuchte zur Erfassung der fossilen Fische (1833 - 1843) die europäischen Sammlungen und die Fische waren die zeitweilig die am besten auch in ihren fossilen Formen bekannte Tiergruppe.

Zahlreiche Daten, etwa geographischen Längen und Breiten, Luftdruck, Temperaturen usw., wurden auf **geographischen Expeditionen** zusammengetragen, und manches Expeditionsmitglied bei Polarexpeditionen ging in der Winternacht hinaus in Kälte und Sturm, um auch da die Instrumente abzulesen.

Als frühere **Eiszeiten** erörtert wurden, galt es zu ermitteln, ob Eis überhaupt und in welchem Ausmaß von einem Gebiete aus in andere Territorien ausfließen kann. LOUIS AGASSIZ (1841) und einige Gefährten, so EDUARD DESSOR und CARL VOGT, bezogen im Sommer 1840 auf dem **Aargletscher** neben einem großen Glimmerschieferblock eine aus Steinen errichtete Hütte, um von hier aus in dem längeren Aufenthalt wichtige Parameter des Gletschers zu finden, so die Bewegung, die Temperatur in verschiedener Gletschertiefe, auch die einzelligen roten Algen auf dem Schnee ("Blutalgen"). In den nächsten Jahren wurden diese Forschungen fortgeführt. In den Gletscher gesteckte Stangen zeigten nach einem Jahr, daß der Gletscher sich in der Mitte schneller bewegt als an den Seiten.

Im 20. Jh., als die Tätigkeit der wirtschaftlich entwickelten Länder sich über die ganze Erde erstreckte, gab es zu nehmend weltweites **Screening**, manchmal mit Hunderten und Tausenden von Mitarbeitern. Viel datensammelnde Forschung gab es in der **Meteorologie** und überhaupt der Erforschung der Atmosphäre. Zur Erforschung der Atmosphäre ließ in Deutschland ERICH REGENER (1881 - 1955) (F. FRAUNBERGER 1975) regelmäßig unbemannte und sondentragende Ballons in große Höhen, bis 30 km, steigen, um hier die kosmische Strahlung und auch den Ozon-Gehalt festzustellen. Wie wichtig der Ozongehalt ist, wurde mit der beginnenden Zerstörung des Ozons in der Stratosphäre durch einige vom Menschen erzeugte Gase, vor allem die Fluorkohlenwasserstoffe, die FCKW, deutlich, wie es seit Anfang der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts bekannt wurde.

Es wurden namentlich nach dem Zweiten Weltkrieg etliche **internationale Großforschungsprojekte** mit dem Ziel vor allem von Datenerfassung durchgeführt, an denen sich zumindestens die in der Wissenschaft führenden Staaten beteiligten. Dazu gehörten (C. BURRICHTER 1980) 1957/1958 das Internationale Geophysikalische Jahr, 1964/1965 das Jahr der ruhenden Sonne, 1964 bis 1974 die Internationale Hydrologische Dekade, 1965 bis 1970 das Internationale Biologische Programm.

Hatte man über ein bestimmtes Gebiet keine Theorie oder Hypothese, so wurde aus Datenfolgen in etlichen Fällen auch auf zukünftige Geschehnisse geschlossen, also allein aus Daten **Prognose** betrieben. War der **Umlauf der Planeten** bekannt, dann konnte, auch unabhängig von einer Ursachenerklärung, die **zukünftige Stellung vorausgesagt** werden. Zum Wettergeschehen wurden am Ende des 19. Jahrhundert, so in Schweden immer mehr die Daten über den momentan herrschenden Luftdruck durch Depeschen, vermehrt seit 1894, zusammengetragen. Die benützten Methoden waren "rein empirisch", bestanden in Sammeln und Vergleichen (N. EKHOLM 1904). Wenn aber, so meinte der englische Meteorologe CLEMENT LEY, viele tausende Wetterkarten gesammelt worden wären, müßte schließlich jeder mögliche Prognosefall vorhanden sein. Daß man dann mit einer Theorie doch größeres Verständnis bekam, bewies der Norweger BJERKNES mit seiner Theorie von den Wirbeln an der Polarfront.

### **Auf die aufsehenerregende Erstentdeckung folgt die datensammelnde weniger aufregende Auswertung**

Mit der nach Vorläufern begründeten Spektralanalyse durch BUNSEN und KIRCHHOFF war die **Bedeutung der Spektrallinien**, derer bei der Emission **wie der Absorptionslinien**, für den Nachweis von Substanzen offenbar. Das sinnvoll nutzbar zu machen für Wissenschaft und auch die Anwendung, etwa in der Medizin, war **geduldige Auswertung für möglichst alle Substanzen** gefragt. Bedeutende, befähigte Physiker. in vielen Jahren haben dem ihr Forscherleben gewidmet, kaum dem Publikum und nur den Physikerkreisen bekannt. Daran beteiligt war auch der schwedische Physiker ANGSTRÖM (C. L. MAIER 1970), der eine dann immer mehr benutzte, allerdings von ROWLAND noch einmal leicht korrigierte Wellenlängeneinheit aufstellte, 'Angström' genannt.

### **Kartographie**

Auf geographischen Karten ließen sich rasch eingetragene Dinge erfassen, ob Flüsse und Zusammenhänge, Seen, Stadtkonzentrationen, Bevölkerungsverdichtungen, Meeresströmungen und vieles andere. **Thematische Karten** ergänzten namentlich im 19. Jh. die normalen geographischen Karten.

Die **Geologie** erhielt eine großartige Datengrundlage durch die **Kartierung** der an der Erdoberfläche "anstehenden" Gesteine in den entwickelten Ländern. Diese geologische Erkundung wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jh. nicht mehr von einzelnen Professuren an Hochschulen, sondern von speziell dafür gegründeten Institutionen durchgeführt: In Großbritannien wurde 1835 der **Geological Survey of Great Britain** gegründet, in Wien entstand 1849 die **k. k. geologische Reichsanstalt** unter dem Mineralogen WILHELM Ritter von HAIDINGER. Für die "geologische Landesuntersuchung" des Königreiches Sachsen wurde 1872 die **Kgl. Sächsische Geologische Landesanstalt** geschaffen, geführt von dem bei der Gründung 31-jährigen HERMANN CREDNER, unter dessen Leitung in 27 Jahren 127 Einzelblätter der geologischen Spezialkarte von Sachsen im Maßstab 1 : 25000 mit Erläuterungen zustandekamen. Die **Preußische Geologische Landesanstalt** in Berlin trat am 1. Januar 1873 in Existenz. Hessen folgte mit einer eigenen geologischen Landesanstalt 1882, die Großherzoglich Badische Geologische Landesanstalt folgte 1888. Am 3. März 1879 wurde durch einen Act des US-amerikanischen Kongresses der **United States Geological Survey (USGS)** ins Leben gerufen.

Vater und Sohn MALLET (W. FISCHER 1974) erstellten in den 1850er-Jahren eine **seismische Karte der Erde**, mit der Eintragung der von Erdbeben betroffenen Gebiete.

### **Von Forschungstechniken bestimmte Forschung**

Die Auffindung neuer Verfahren ließ manche Forscher ohne vorgefaßte Meinung so viel wie möglich ein neues Gerät oder ein neues Verfahren anwenden. Irgendetwas werde schon herauskommen. Es wurden also zunächst auch mit neuen Instrumenten zuerst einmal Daten gesammelt.

Im späten 17. Jh und beginnenden 18. Jh. haben "Mikroskopiker", im Besitz oft selbstgebauter **Mikroskope**, allen voran der niederländische Amateurforscher ANTONY VAN LEEUWENHOEK die verschiedensten Dinge unter das Mikroskop gelegt. Bei LEEUWENHOEK (P. SMIT et al. 1975) waren es Teichwasser wie Zahnschmelz, Haare wie Blut. Und zu den Entdeckungen gehörte etwa die der mit bloßem Auge unsichtbaren Kleinlebewesen, der "Infusorien". Nur auf dem Wege des Ausprobierens eines Instrumente wurden sie gefunden. Viel probierende Forschung geschah auch mit den **Farbstoffen**, die in Gewebe- und Zellenlehre Eingang fanden.

### **Analogforschung**

Viel Forschung dient der Auffindung von Sachverhalten, die aus bereits aufgefundenen anzunehmen sind, sich ihnen anreihen, ihnen analog sind. Da bekannt war, daß sich die chemischen Elemente mit verschiedensten anderen Substanzen verbinden, etwa mit den verschiedensten Säuren, so wurde nach dem Auffinden eines neuen Elementes meistens schon vom Entdecker geprüft, welche Verbindungen sich aus ihm herstellen lassen. Wurde etwas entdeckt, wurde dann systematisch versucht, auf diesem Felde mehr zu "ernten", wurden nach bewährten Verfahren die Dinge in verwandten Gebieten überprüft.

Der österreichische Physiker LUDWIG BOLTZMANN meinte in seinem Vortrag "Ueber die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik in neuerer Zeit" auf der 71. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in München 1899 (S. 100), daß dieses Herangehen der Suche nach zu erwartenden ähnlichen Sachverhalten die Hauptursache für den "rapiden" Fortschritt der Naturwissenschaften in der letzten Zeit gewesen ist. Auf experimentellem Gebiete **arbeite man geradezu "automatisch" weiter**. Der Forscher braucht gewissermaßen nur gewissenhaft stets neues Material auflegen, wie der Weber neues Garn auf den mechanischen Webstuhl. Der Physiker untersuche immer neue Substanzen auf ihre Zähigkeit, auf ihren elektrischen Widerstand und andere Parameter. Und diese Untersuchungen erfolgten etwa bei verschiedener Temperatur, bei normaler, bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs, bei der Temperatur des MOISSANSchen elektrischen Ofens, bei allen möglichen dazwischen liegenden Temperaturen. Nur in der theoretischen Physik könne man so nicht vorgehen.

Als einen solche Analogforschung betreibenden Chemiker kann der Baseler Chemiker CHRISTIAN FRIEDRICH SCHÖNBEIN (G. W. A. KAHLBAUM et al. 1901, S. 111) angeführt werden, der das Ozon entdeckt und als reaktionsfähige Substanz gefunden hatte, der als sehr reaktionsfähig das Wasserstoffsuperoxid kannte und von von der ihm reaktionsfähig bekannten Salpetersäure bei der Einwirkung auf andere Substanzen auch neue, vielleicht überraschende Substanzen erwartete. So fand SCHÖNBEIN 1846, daß Salpetersäure mit Papier, also Zellulose, eine verpuffende, ja explodierende Substanz ergibt, den neuen Explosivstoff Schießbaumwolle, aber die nitierte Zellulose wurde auch Grundlage der späteren Erzeugung von Kunstfasern, zunächst auch der Fäden der elektrischen Glühlampe nach 1871.

In der Arzneimittel-Entwicklung bildete die Konstruktion - so muß man schon sagen - der Fieber- und Schmerztablette "Aspirin" 1899 bei der Firma F. Bayer Leverkusen den Abschluß einer erfolgreichen Analogforschung. Nachdem in Südamerika die bittere Rinde des Chinarindenbaumes als fiebersenkendes und bei der Malariatherapie wirksames Mittel gefunden worden war, suchte man in Europa nach bitterer Baumrinde in der Erwartung, daß sie ähnlich wie Chinarinde wirkt, Der englische Geistliche EDWARD STONE (R. MANN 2004) hatte schon Jahrzehnte vor der Chinin-Isolierung 1763 den bitteren Geschmack von Weidenrinde festgestellt und wegen deren bitteren, dem Chinin ähnlichen Geschmack auch sie gegen Fieber eingesetzt, sogar erfolgreich. PELLETIER und CAVENTOU gewannen aus Weidenrinde einen gelbe, Kristalle bildende, als Chinin angesehene Substanz. JOHANN ANDREAS BUCHNER in München erkannte sie aber als eine andere, eigenständige Substanz, **Salicin** genannt. Aus ihr erhielt man die **Salicylsäure**, o-Oxybenzoësäure. Über sie, die KOLBE und Schüler näher erforschten und die auch synthetisch hergestellt werden konnte, wurde dann die gegen Schmerz und Fieber wirksame Acetylsalicylsäure gefunden und kam als 'Aspirin' auf dem Markt.

Um noch Physiologen und Biochemiker anzuführen, so war um 1905 deutlich geworden, daß es im Körper der höheren Tiere Substanzen mit Signalwirkung gibt, so die "**Hormone**" aus den innersekretorischen Drüsen, und wurde nun die Organismenwelt, auch das Pflanzenreich, auf solche **Substanzen abgesehen** und wurden bald weitere solche Signalstoffe, auch "Pflanzenhormone", gefunden. Immer wieder gab es auch Überraschungen, wenn auch die Auffindung anderen ähnlich wirkender Stoffe nicht mehr so sensationell wie die erste Konstatierung wirkte. Ebenso wurden nach der Feststellung der ersten **Vitamine** oder der ersten **Antibiotika** weitere vermutet und gefunden. Nachdem J. B. SUMNER (1926) in den USA das erste Enzym, die harnstoffzersetzende Urease, kristallin dargestellt hatte, folgte durch andere Forscher die Suche nach weiteren, bis zu SUMNERs Entdeckung umstrittenen **Enzymen**, wobei infolge der deutlicheren Erfolgsaussichten (H. THEORELL 1956) auch großer Arbeitsaufwand in Kauf genommen wurde. Hatte man bei der Einwirkung, dem "Beschluß" einer Substanz mit **Neutronen** interessante Effekte festgestellt, erwartete man sie auch bei anderen und kam nach der Entdeckung radioaktiver Isotope normal nicht radioaktiver Stoffe durch das Ehepaar FRÉDÉRIC JOLIOT und IRÈNE



geborene CURIE 1933 schließlich zur Entdeckung der Kernspaltung. Noch ein Beispiel aus der Physik: 1911 hatte KAMMERLINGH ONNES bei stark abgekühltem Quecksilber die Supraleitung gefunden. In den USA hat "allen voran" B. T. MATTHIAS (J. KÖHLER 2001) in den 1960er und 1970er-Jahren nach Substanzen mit ebenfalls Supraleitung gesucht, dabei "Tausende metallischer Oxide, Nitride, Carbide und auch zahlreiche Boride hergestellt, dotiert und auf Supraleitung getestet ..." Der große Erfolg blieb aus. In den USA wurden dann keine "öffentlichen Forschungsgelder" hierfür "mehr vergeben:" Die Überraschung kam mit J. G. BEDNORZ und dem Schweizer K. ALEXANDER MÜLLER mit dem supraleitenden Oxycuprat, Die Entdecker erhielten den Physik-Nobelpreis 1987. Die weitere Suche daraufhin erbrachte andere keramische Hochtemperatur-Supraleiter.

### **Überprüfungs - , Bestätigungs - ,Wiederholungs-, Forschung**

Wurden von irgendwo wissenschaftliche Ergebnisse von anscheinender Bedeutung bekannt, wurden die Befunde von anderen Forschern nachgeahmt und damit überprüft und kontrolliert. Bei solchen Überprüfungen wurde auch viel präzisiert, korrigiert, **erweitert**, ja **Neues entdeckt**.

Nachdem ALEXANDER FLEMING 1922 das **Lysozym**, eine bakterienauflösende Eiweißsubstanz etwa in der Tränenflüssigkeit und dem Nasenschleim des Menschen, gefunden hatte überprüften das Forscher verschiedener Nationalität, genannt etwa NAKAMURA, SURÁNYI, KIGASAWA, WOLFF (C. HALLAUER 1929). Nach den ersten Mitteilungen über die offensichtliche **Spaltung der Uran-Kerne** nahmen sich Forscherteams anderswo dem Befund an und in kurzer Zeit war deutlich, daß sich sowohl Kernenergie möglicherweise nutzen und eine Atombombe bauen ließ.

## 7. Unerwartete Entdeckungen, Zufallsentdeckungen, Anomalien - Überraschungen auch aus Befunden von Datenerfassungen.

### **Aufwendige Datenerfassung ergibt allgemeine neue Erkenntnisse**

Wenn aus Datenerfassungen allgemeinere Einsichten gewonnen wurden, dann führte das zu dem, was man Entdeckung durch "Zufall" nennt. Nur waren

manche der so gewonnenen Erkenntnisse nicht so aufsehenerregend, daß sie bei den viel genannten Zufallsentdeckungen unterkamen.

Der Chemiker KARL SCHMIDT in Dorpat suchte **die Mineralbestandteile aller Gewässer der Erde** nach einem einheitlichen Verfahren festzustellen. Wie SCHMIDTs Ehefrau dem Studenten WILHELM OSTWALD (1926, S. 96) mitteilte, nahm der Fleiß des unermüdlich sein Werk treibenden Chemikers mit dem Alter zu. Die Routinearbeit war dem schon älteren Wissenschaftler sicherlich gemäß geworden und dennoch kein unwichtiges Werk. Als Ergebnis erschien eine Vorstellung auch von den Abbauprozessen der Erdkruste, deren Ergebnisse sich in den Wässern fanden.

Aus zahlreichen Daten ließen sich durchaus auch "**Gesetze**" ableiten. SCHMIDTs Schüler JOHANN LEMBERG (F. LOEWINSON-LESSING 1903) untersuchte dann datensammelnd die **Vorgänge beim Mineralabbau** selbst, die hydrochemischen Prozesse im Mineralreich, etwa die Bildung und Umbildung der Silikate. Ein wichtiges Ergebnis von ihm war, daß "es keine absolut unlöslichen Stoffe, keine absolut vollständigen Reaktionen, überhaupt nichts Absolutes in der Natur gebe". Damals als unlöslich angesehene Verbindung wie die natürlichen Schwerspat-Vorkommen konnten dann doch im Laufe langer Zeiträume als wäßriger Niederschlag auf der Erdkruste entstanden sein. OSTWALD sah sich selbst von dieser Denkweise des "nichts Absolutem" stark beeinflußt.

WILHELM OSTWALD gab auch ein Beispiel, wie aus zahlreichen Daten ein Gesetz gefunden werden kann, indem er so viele Säuren als möglich auf ihre elektrische Leitfähigkeit untersuchte und zum "**Ostwaldschen Verdünnungsgesetz**" kam, wobei er von dem Datensammeln berichtete: "Es machte mir wieder ein ausgesprochenes Vergnügen, diese vielen gleichartigen Messungen durchzuführen,..." (1927, S. 46).

In der Physik In der neueren Kernchemie hat die **Analyse** zahlreicher **Mineralien mit Uran** immer wieder auch Blei ergeben, wie zuerst vor allem B. B. BOLTWOOD (A. F. KOVARIK 1929) feststellte. Das **Zusammenvorkommen von Uran mit Blei** war ein **zunächst nicht deutbarer, aber unabweisbarer Befund**, Wie lange mußte man mit so etwas leben? Um 1905 wurde Blei als Endprodukt radioaktiven Zerfalls schwerer Elemente deutlich.

Datenerfassung gab es auch in der Biologie. Der Berliner Zoologe CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG ließ sich ab etwa 1830 aus den verschiedensten Teilen der Erde **Bodenproben** zusenden, um sie auf Protozoen ("Infusionsthierchen") zu untersuchen. Er erhielt auf seine Bitte solche Bodenproben sowohl von DARWIN nach seiner Weltreise wie von den ersten Antarktisexpeditionen und aus Forts im westlichen Nordamerika. Was die geographische Verbreitung der Protozoen anbelangt, so war EHRENBERGs eher unspektakuläres Ergebnis, daß die Spezies der Infusionstierechen alle weit, ja vielfach erdweit verbreitet sind. Auch das mußte einmal festgestellt werden. Auch die Verbreitung höherer Tiere in begrenzten Gebieten wurde systematisch ermittelt. Etwa ein "höchstes Reskript" vom 3. Mai 1854 beauftragte den Münchener Zoologen KARL SIEBOLD (1863), die südbayerischen **Seen "ichthyologisch"**, das heißt auf ihren Fischbestand hin, zu untersuchen. Die Aufgabe schloß zahlreiche Gespräche auch mit den Fischern an den bayerischen Seen ein. SIEBOLD fand zwar keine neuen Fisch-Arten, es mußten sogar etliche bisher geführte Arten gestrichen werden, jedoch es wurde die beachtliche Variabilität der Fischarten in Süd-Bayern sowie vieles über Lebensweise und Fang der Fische erfaßt.

Die von PAUL EHRLICH 185 zuerst angewandten **Vitalfarben**, etwa Trypanblau, Methylenblau sowie Ferrozyannatrium, wurden bei Versuchstieren in Venen injiziert und es erwiesen sich dann bei Zelluntersuchungen die meisten Zellen gefärbt, nicht aber die Zellen des Gehirns. Es traten diese bis zu gewissen Mengen den Körper nicht schädigenden Farbstoffe also nicht aus den feinsten Blutkapillaren, Arteriolen, im Gehirn nicht in Nervenzellen (Neuronen) über. Wie sich zeigte: Die Wände, Membranen, der feinsten Blutgefäße verhinderten den Übertritt dieser Stoffe in die Nervenzellen. Letztere, wie sich durch direkte Injektion ins Gehirn herausstellte, wären durch diese Substanzen schwer geschädigt worden, bis zum Tode der Versuchstiere selbst bei kleinen Mengen (E. E. GOLDMANN 1913). Das war die Auffindung der **Blut-Hirn-Schranke**. Eintreten können ins Gehirn etwa Traubenzucker, Psychopharmaka, der nicht ohne unmittelbare Lebensgefahr auszuschaltende Sauerstoff.

## **Grundlegendes zu unerwarteten Entdeckungen**

Unerwartete Befunde brachten manches Mal die Forschung voran, sogar gewaltig. Solche unerwarteten Befunden wurden gewonnen sowohl bei der systematischen Daten-Erfassung wie bei Untersuchungen zur Bestätigung ("Verifizierung") oder Widerlegung ("Falsifikation") einer Hypothese und auch bei der praktischen Tätigkeit in Medizin und Technik. Unerwartete, zufällige Entdeckungen sprachen immer einmal wieder für den HAMLET-Satz, daß es noch Dinge zwischen Himmel und Erde geben mochte, von denen unsere Schulweisheit sich nichts träumen läßt (so: M. v. LAUE 1946, S. 7). Beim Zufall spricht man auch von Serendipity, nach dem Prinzen SERENDIP von Ceylon, der auszog, eine wunderschöne Blume zu finden und ein wunderschönes Mädchen fand (H. THALER 1993). Mit einem unerwarteten Befund konnte man sich mit FARADAY für ein unerwartet verlaufenes, vielleicht als mißraten zu betrachtendes Experiment trösten: "One good failure often teaches more than the most successful experiment" (aus: W. C. 1910, S. XXii). Der Zellbiologe P. SITTE meinte gar (1982, S. 575): "Das erratische Auftreten des Unerwarteten ist es ja gerade, was den Reiz der Forschung ausmacht; denn dadurch wird sie zum Gleichnis menschlichen Seins schlechthin." Mit zunehmender Forschung und Technikentwicklung, auch mit Routineforschung, stieg die Chance, auf bisher unbekannte Befunde zu stoßen. Eher blindes Experimentieren (vgl. C. DARESTE bei J. - L. FISCHER 1994, S. 172) wurde wegen der Möglichkeit unerwarteter Befunde als immer noch besser als Untätigkeit angesehen.

Verfolgt man die Bedingungen, die zu einem unerwarteten Befund führten, wird man **auch** eine "Zufalls-Entdeckung" als "**determiniert**" ansprechen müssen. Die zu einem solchen Befund führenden Faktoren wurden jedoch erst nachträglich durchschaubar. Mancher Zufallsbefund hätte sich einige Zeit später auch aus einer dann vorhandenen Theorie oder Hypothese ergeben, etwa wären die Röntgenstrahlen nach ihrer unerwarteten Entdeckung bald wohl "theoretisch" aus Überlegungen über das Spektrum der elektromagnetischen Wellen abgeleitet worden. Der Hygieniker KRUSE (1903, S. 201) meinte einmal zu Prioritätsstreitigkeiten, daß sie "die beruhigende Gewißheit" geben, "dass diese Entdeckungen nicht Geschenke eines gütigen Zufalls, sondern die notwendigen Erzeugnisse der wissenschaftlichen Entwicklung sind."

Weil immer wieder einmal auch bedeutende Zufallsentdeckungen stattfanden wurde gemeint, daß **bei künftigen Menschheitsproblemen**, etwa bei Energie - und Ressourcenmangel, noch nicht vorhersehbare Zufallsbefunde weiterhelfen

werden. Das ist jedoch ein Vabanquespiel. Es ist nicht gesichert, daß auch bei noch so großer Notwendigkeit **stets unerwartete Entdeckungen** aus der Klemme helfen. Die Menschheit sollte zu jeder Zeit nur mit den überschaubaren Ressourcen rechnen und ihre Zukunftsgestaltung auf diese einrichten. Gibt es unerwartete Schätze, dann um so besser - aber sie sind eben ein nicht vorhersehbares Geschenk.

### **Schlußfolgerungen aus der Nichtbeachtung unerwarteter Befunde**

Außer den beachteten und damit für die Wissenschaftsentwicklung wichtig gewordenen unerwarteten Befunden gab es auch solche, die jedenfalls bei ihrem Erstauftreten unbeachtet blieben, die als "**Dreckeffekt**", als Folge etwa unbewußter Unsauberkeit beiseitegeschoben wurden. Erst nachträglich konnte bekannt werden, daß so etwas geschehen war. Das hat manche Entdeckung verzögert.

Vom Chirurgen C. J. M. LANGENBECK in Göttingen berichtete G. F. L. STROMEYER (1875, S. 132): "Wenn andere etwas entdeckt hatten, fand es sich oft, daß er dasselbe längst präpariert hatte, ohne zu bemerken, daß es noch unbekannt sei". Der Mediziner THEODOR RUMPF teilt in seinen "Lebenserinnerungen" (1915, S. 13) mit, daß er als Student von einem Metzger geholte Tieraugen im etwas dunklen Arbeitszimmer zerschnitt und ihm die Netzhaut zunächst rötlich erschien, dann am Fenster, bei Licht, blaß wurden. Blut schien an diesem Farbumschwung nicht beteiligt zu sein. Nach Jahren erfuhr RUMPF, daß der Physiologe KÜHNE in Heidelberg in der Netzhaut den im Licht verblassenden **Sehpurpur** gefunden hatte, was die Erforschung der chemischen Vorgänge im Auge einleitete. vornahm. Ein Physiker in Pennsylvanien, A. W. GOODSPEED, hatte 1890 in der Nähe verschlossen aufbewahrter fotografischer Platten mit einer Kathodenstrahl- (Crookeschen) Röhre hantiert. Als diese fotografische Platten etwas später entwickelt wurden, befand sich auf ihnen ein "merkwürdiges" Schattenbild. Wäre dem nachgegangen worden, hätte dieser Physiker die 1895 von W. C. RÖNTGEN festgestellten **X-Strahlen** gefunden (M. v. LAUE 1946 nach Science, 3, 394, 1896). Der Astronom J. NORMAN LOCKYER meinte (1896), daß das von ihm auf der Sonne nachgewiesene Helium und die Edelgase überhaupt früher hätten entdeckt werden können, wenn die Mineralogen bei ihren Analysen die Gase mit einbezogen hätten.

Wegen **entgangener** "Entdeckungen" haben manche Forscher **zur Beachtung des Unerwarteten gemahnt**. Der französische Physiologe F. MAGENDIE bedauerte (s. 1820), daß alles, was den Umsturz eines anerkannten "Systems" veranlassen könnte, "vernachlässigt oder nicht bemerkt" wird; "man sucht das was seyn soll, und nicht das was ist; ..." Er wertete das fast moralisch (s. 1839, S. 161): "Es ist dies eine der Wissenschaft unwürdige und ihren Fortschritten sehr nachtheilige List." Der Chemiker JUSTUS LIEBIG schrieb am 29. Juni 1865 an seinen Kollegen und Freund FRIEDRICH WÖHLER in Göttingen: "Was der Mensch nicht denken kann, wirkt auch auf seine Sinne nicht, und wenn wir eine falsche Theorie im Kopfe haben, so machen die widersprechenden Erscheinungen keinen Eindruck, wir registriren sie oder legen sie in das Bett des Prokrustes." Die griechische Sagengestalt Prokrustes zwang bei ihm eintreffende Reisende in ein Bett bestimmter Länge, er kürzte zu langgewachsene Gäste und streckte die zu kurzen qualvoll bis auf Bettlänge. Eingenommen von einer bestimmten Hypothese oder Theorie gingen leider Forscher mit unbekanntem Befunden ebenso um. Der führende britische Genetiker WILIAM BATESON ermahnte (1909, S. 307) vor allem die Anfänger in der Forschung: "Schätzen Sie Ihre Ausnahmen besonders hoch! Wenn es solche nicht gibt, wird die Arbeit so langweilig, dass niemand Lust hat, sie noch weiter fortzusetzen. Halten Sie die Ausnahmen stets unzugedeckt und wo man sie sehen kann. Ausnahmen sind wie offenes Backsteinmauerwerk in einem in Bau begriffenen Gebäude; sie deuten an, dass noch mehr kommt und wo die nächste Bauarbeit einsetzen muß." LOCKYER (1896, S. 346) zog aus dem Übersehen der Edelgase durch Mineralogen eine "Moral": "... that in in the study of nature we behave in a very foolish way if we think there is anything unimportant which comes under our eyes" und "results of the first importance depend upon the minute examination of so - called residual phenomena; ..." Sir W. RAMSAY, einer der Entdecker der Edelgase, verwies (1909, S. 168) auf den Gewinn, "den es bringen kann, wenn man schwachen Spuren nachgeht". Der Physiologe E. von CYON betonte (1912, S. 212): "Jede Erscheinung, die aus dem gewöhnlichen Rahmen herausfällt, ja im Widerspruch zu den physikalischen Gesetzen zu stehen scheint, muß die Aufmerksamkeit des Naturforschers erregen. Der bloße Verdacht, daß die fragliche Erscheinung das Produkt taschenspielerischer Geschicklichkeit sei, enthebt den Naturforscher nicht der Pflicht, sie zu prüfen". WILHELM OSTWALD meinte sogar poetisch (III, 1927, S. 123), daß unerwartete Dinge "wie die Unebenheiten in der Rinde eines Baumes die Stellen" andeuten, "wo demnächst eine Knospe hervorbrechen

wird, die zu einem neuartigen Zweige der Wissenschaft heranwachsen kann". Der Physiker WALTHER GERLACH (1976, S. 62) mahnte bei der Diskussion um eventuell aus theoretischen Gründen unterlassene Experimente mit Röntgenstrahlen um 1900: "Es ist eine alte Weisheit der Experimentatoren: Kein Versuch ist so töricht, daß man ihn nicht machen sollte" - Unerwartetes kann immer erscheinen.

### **"Zufalls"entdeckungen aus systematischer Suche**

"Erwartung" und "Zufall" müssen sich nicht ausschließen. Es wurden systematische Untersuchungen durchgeführt, bei denen auf jeden Fall Neues zu erwarten war, nur war unbekannt, was das wäre.

Führen Seefahrer hinaus auf vorher unbefahrene **Weltmeere**, dann mußte auch Neues, "Unbekanntes", gefunden werden. Portugiesische Seefahrer fuhren seit dem 15. Jh. immer wieder an der Westküste Afrika südwärts und eines Tages mußte es sicherlich passieren, daß ein Sturm sie weiter westwärts trieb und sie an der Ostküste Brasiliens anlandeten, wie es 1500 dem portugiesischen Seefahrer CABRAL geschah.

Bei einer **Himmelsdurchmusterung**, wie sie in der Astronomie immer wieder einmal durchgeführt wurde, mußten namentlich mit verbesserten Beobachtungsmethoden zwangsläufig bisher unbekannte Himmelskörper und Phänomene gefunden werden. Der Astronom WILLIAM HERSCHEL (M. A. HOSKIN 19) fand bei seiner zweiten systematischen Himmelsdurchmusterung am 13. März 1781 einen Himmelskörper, den er zuerst für einen Kometen hielt, der sich jedoch als ein neuer Planet des Sonnensystems erwies, von ihm **Uranus** genannt. Es war der erste in neueren Zeiten entdeckte Großplanet, eine Sensation, weil die bekannten Planeten bis zum Saturn manchmal als die allein möglichen angesehen und so auch in der Astrologie verwertet wurden. Die Entdeckung des Uranus brachte Wendepunkt in der Karriere des als Musiker beruflich und als Astronom sich als Amateur betätigenden HERSCHEL, der nunmehr als führender Astronom anerkannt wurde. Gestört von der Erwärmung des Teleskops bei Sonnenbeobachtungen, versah W. HERSCHEL (J. - P. GUIOT 1985, W. HERSCHEL 1800) die Teleskopöffnung mit Filtern verschiedener Farbe und fand, daß die dort auftretende Wärme in umgekehrtem Verhältnis zur Lichtmenge steht. Er tastete daraufhin das Sonnenspektrum mit Thermometern ab, fand ein Maximum der Erwärmung im Rot und eine weitere Steigerung der Erwärmung jenseits des Rot. So wurden die dem menschlichen

Auge unsichtbaren "ultra- oder **infraroten**" **Strahlen** nachgewiesen, das Lichtspektrum ins Unsichtbare erweitert - was in diesem Sinne damals noch gar nicht begriffen wurde.

Schon in den "Kräuterbüchern" der Renaissance war eigentlich jeder Pflanze, jedem "Geschlecht", eine spezifische medizinische Kraft und "Wirkung" zugebilligt worden, und im späten 18. und dann im 19. Jh. erwarteten die Pharmazeuten und Chemiker von **jeder Pflanzen-Art**, die durch Färbe- oder Gerb-Wirkung, durch spezifischen Geruch, Geschmack, Vergiftungswirkung, durch einen Milchsaft oder ein Harz auffiel, daß in ihr erfolgreich nach einer **verursachenden Substanz** oder einem Substanz-Gemisch gesucht werden könne. Die Ergebnisse bis etwa 1850 stellte der Wiener Chemiker FRIEDRICH ROCHLEDER (1854) mit Hunderten von Angaben zusammen und etwa in den von WÖHLER und LIEBIG herausgegebenen "Annalen der Chemie und Pharmacie" finden sich zahlreiche diesbezügliche Beiträge, in denen beispielsweise dem Gift des Schierlings, dem Coniin, ebenso nachgegangen wird wie dem Gift der Kornrade, dem Milchsaft der Schwalbenwurz (Vincetoxicum), dem Gewürz der Petersilie, den Gewürzen der Tropen.

Gerade Chemiker fühlten sich oft als reine Tatsachenforscher, die sich von keiner Theorie im Vorfeld belastet fühlten. Bei der Suche etwa nach den Pflanzenstoffen hatten sie als **theoretische Vorgabe** jedoch immerhin: 1. die Gewißheit, daß sich in den Gewächsen spezifische Substanzen finden lassen, 2. benutzten zu ihrer präparativen Darstellung meistens bisher bewährte Methoden.

Für die Chemiker war es selbstverständlich geworden, daß alle **Substanzen**, auf alle Fälle neue, aber auch schon bekannte, mit möglichst allen anderen Substanzen **in Reaktion** gebracht wurden. Dabei kam immer wieder Neues heraus, wurden auch nicht vorhersehbare Substanzen gefunden und wurde diese Suche auch regelmäßig betrieben. LIEBIG schrieb in den "Chemischen Briefen" (3. Auflage, XII. Brief, S. 185): "Die Theorien führen zu Arbeiten und Untersuchungen. Wenn man aber arbeitet, so macht man Entdeckungen; man gräbt auf Braunkohlen und entdeckt Salzlager, man gräbt auf Eisen und findet weit werthvollere Erze". LIEBIG und WÖHLER (A. W. HOFMANN 1882) setzten in vielbeachteten Untersuchungen um 1837 Harnsäure verschiedensten Reaktionen aus und erhielten eine beachtliche Zahl interessanter Verbindungen. **Harnsäure** bildet bis zu 9/10 da Gewicht der Exkreme von Schlangen, und



Riesenschlangen wurden damals noch nicht häufig in Menagerien gehalten, was die Materialbeschaffung nicht leicht gestaltete.

Systematisch betrieben wurde die "**trockene Destillation**", die Erhitzung unter Luftabschluß, von verschiedenen Substanzen wie Kohlen, Holz, Knochen, Erdöl, nachdem der dabei aus der Steinkohle gewonnene Teer durch dessen weitere Behandlung neue organische Verbindungen geliefert hatte. Schon 1826 - 1828 untersuchte OTTO UNVERDORBEN die Produkte des aus der trockenen Destillation des aus Knochen erhaltenen Dippelschen Öls und destillierte den Indigofarbstoff. Bahnbrechend wurde F. F. RUNGE (1834, O. N. WITT 1894), der um 1834 bei der trockenen Destillation des Steinkohlenteers "**Teeröl**" erhielt und das weiter trennte und behandelte. Er erhielt das von ihm "Kyanol" genannte Anilin, Phenol/Carbolsäure, Pyridin, Pyrrol und anderes, die sich etwa in der Färbung eines mit Salzsäure getränkten Fichtenholz-Spans unterschieden. fand. Der phantasievolle und auch als Eisenwerkunternehmer tätige Württemberger KARL Freiherr von REICHENBACH gewann in von ihm konstruierten besseren Holzverkohlungsöfen aus Holzteer von Rotbuchenholz 1830 allerdings nicht nur das schon bekannte Paraffin, sondern 1832 auch das als Konservierungsmittel verwendete Kreosot (F. BURKHARDT 1972, LADENBURG 1888).

Als man die ersten **künstlichen Farbstoffe** fand, der erste auch als Zufall, wurden ab 1856 mit dem besonderen Ziel neuer Funde mit den beteiligten Substanzen experimentiert, stand Empirie im Vordergrund, wurde aber auch gesucht, Gesetzmäßigkeiten zu finden, die auf die mögliche Färbereigenschaft von Substanzen hinwiesen. Als die Raupen des Schmetterlings Nonne/*Lymantria monacha* um 1892 die bayerischen Fichtenwälder zu vernichten drohten, wurden in München unter dem Chemiker WILHELM VON MILLER zahlreiche chemische **Substanzen auf insektenvernichtende Wirkung** getestet, "Senföl, verschiedene Mercaptan, Akrolein sowie etliche Derivate des in der Humanmedizin als Desinfektionsmittels verwendeten Phenols und Kresols, insgesamt also eine relativ willkürliche Auswahl von Verbindungen, die entweder stanken oder 'desinfizierend' wirkten", und als geeignet, schließlich auch gegen schädliche Pilze, erwies sich das "Kaliumsalz des 4,6-Dinitro-o-kresols, das als gelber Farbstoff als wenig geeignet aussortiert worden war (E. VAUPEL 2012, S. 393). Damit war ein erstes chemisches **Insektizid** und dann ebenso erkannt als **Fungizid** gefunden worden: "Nicht durch planmäßiges Experimentieren ..., auch nicht aus der Industrieforschung" (E. VAUPEL 2012,

S. 393), aber ganz ohne Beachtung von Umständen, 'stinkend' oder 'desinfizierend', war man auch hier nicht vorgegangen.

Nach der Entwicklung der **Spektralanalyse** durch BUNSEN und KIRCHOFF 1859 wurden die verschiedensten Substanzen, möglichst alle Mineralien und Mineralwässer, getestet. Die Spektrallinien schon bekannter Elemente wie der Alkalimetalle Natrium und Lithium fanden sich in Spuren weit verbreitet, ja nahezu überall, während sie bisher nur in wenigen natürlichen Verbindungen gefunden worden waren, in denen sie in höherer Konzentration vorkommen. Vor allem suchte man nach unbekanntem Spektrallinien, Nachweis von noch unbekanntem chemischen Elemente, namentlich auch solcher, "die nirgends in so concentrirter Form auftreten, um durch unsere gewöhnlichen analytischen Mittel erkannt zu werden" (R. BUNSEN 1860). Bei der Spektroskopie der Mutterlauge verschiedener Solewässer fand noch 1860 BUNSEN 2 "blaue Linien" und entdeckte damit ein 4. Alkalimetall, das **Caesium** (Cs). Er fand dann auch in Sole und im Mineral Lepidolith aus Sachsen das 5. Alkalimetall, das **Rubidium** (Rb). Beide Elemente konnten dann auch präparativ dargestellt werden. Im April 1861 fand der englische Chemiker und Physiker WILLIAM CROOKES in einem selenhaltigen Bleikammerschlamm aus einer Schwefelsäurefabrik am Harzrand eine grüne Spektrallinie, die aus dem damit entdeckten **Thallium** (Tl) stammte, ein Metall, das auch bald in größeren Mengen dargestellt werden konnte. Bei Untersuchungen von aus Erzproben erhaltenem Chlorzink fanden in Freiberg / Sachsen F. REICH und TH. RICHTER 1863 bei der spektroskopischen Suche nach weiteren Thallium-Vorkommen die "indigblaue" Linie des unbekanntem Elementes **Indium** (In).

Der französische Chemiker LECOQ DE BOISBAUDRAN hat jahrelang systematisch die **Funkenspektren** untersucht und das erste damit gefundene Element war 1875 das **Gallium** (Ga) (Berichte der Dtsch. Chem. Ges. 8, 1875, S. 1355).

### **Zufallsentdeckungen als Schrittmacher in der Physik, Atomphysik und Kernchemie**

Die Physik mit ihren starken mathematischen Durchdringung wirkt oft als bevorzugt deduktiv arbeitende Wissenschaft. Aber grundlegende Naturphänomene waren jedenfalls zur Zeit ihrer Auffindung nicht vorausgesagt und wurden überraschend gefunden. FERDINAND BRAUN berichtete 1874,

daß von ihm untersuchte Metall-Schwefel-Verbindungen, "Sschwefelmetalle", so Kupferkies, Schwefelkies, Bleiglanz, Fahlerz, den Strom nicht in jeder Richtung gleich stark leiten, sondern mit einem Unterschied bis zu 30. %. Das war der erste Hinweis auf **Halbleiter**. In Leiden untersuchte in seinem "cryogenic laoboratory" H. KAMERLINGH ONNES (1913 / 1914) das Verhalten von Körpern bei wenig über dem absoluten Nullpunkt und fand für Quecksilber 1911 den Verlust des elektrischen Widerstandes unter  $4^{\circ}.19$  K, entdeckte damit die **Superleitfähigkeit**.

Überraschend war die Auffindung der Kathodenstrahlen beim Stromdurchgang durch stark verdünnte Gase, und ebenso überraschend war die Entdeckung der **X - oder Röntgenstrahlen** Ende 1895 (M. v. LAUE 1946, H. TH. SCHREUS 1965, J. STARK 1935).

Aus Überlegungen über X-Strahlen kam die unerwartete Entdeckung der **Radioaktivität** im Frühjahr **1896** durch HENRI BECQUEREL als Ergebnis einer falschen **Hypothese**, die zu **experimentellen** Untersuchungen veranlaßte. H. BECQUEREL war Sproß einer berühmten Gelehrten-und Forscher-"Dynastie" in der Physik (H. BECQUEREL 1896, W. C. (CROOKES) 1910, F. FRAUNBERGER et al. 1984, A. KOESTLER 1966, A. ROMER 19, W. SCHÜTTMANN 1987), in der sich etwa HENRI BECQUERELs Vater ALEXANDRE-EDMOND eingehend mit Fluoreszenz und Phosphoreszenz (D. M. KNIGHT 19, L. BADASH 1965), also dem Nachleuchten bestrahlter Substanzen, befaßt hatte. H. BECQUEREL selbst veröffentlichte zwischen 1883 und 1896 etwa 20 Arbeiten, die sich damit wenigstens teilweise befaßten. Als H. BECQUEREL von den von W. C. RÖNTGEN entdeckten X-Strahlen hörte, überlegte er, ob sie nicht vielleicht aus den in der Nähe einer Kathodenstrahlröhre zur Fluoreszenz gebrachten Substanzen stammen. Da Uranverbindungen, so Urannitrat, als fluoreszierende Substanzen bekannt waren, setzte auch H. BECQUEREL dem Sonnenlicht aus und legte in ihre Nähe lichtdicht eingepackter befindliche Fotoplatten, die auf eine die Verpackung durchdringende Strahlung reagieren mußten. Ihre Schwärzung wurde auf die von der Sonne in dem Uran-Salz ausgelöste Phosphoreszenz zurückgeführt. Als wegen fehlendem Sonnenschein die Versuche unterbrochen wurden, kamen lichtdicht umhüllte, unbelichtete fotografische Platte in einem Schreibtischfach in die Nähe von noch nicht dem Sonnenlicht ausgesetzten Uran-Salz zuliegen. Auch diese Fotoplatten wurden aber entwickelt, weil, wie

der bei BECQUEREL zu Besuch gewesene CROOKES (W. C. 1910) berichtet, BECQUEREL vom Warten auf die Sonne ermüdet war oder "(...with the unconscious prevision of genius)" (S. XXii). Auch diese Fotoplatten erwiesen sich als geschwärzt, so stark wie durch dem Sonnenlicht ausgesetztes Uransalz. Ein zwischen Uransalz und Fotoplatte befindliches Kupferkreuz wurde auf der Platte abgebildet. Fluoreszierende Verbindungen, die kein Uran enthielten, sandten keine solche Strahlung aus. Das führte H. BECQUEREL zu der Annahme, daß Uran, auch in seinen verschiedenen chemischen Verbindungen, Quelle einer bisher unbekanntes, spontan ausgesandten Strahlung ist. Man sprach manchmal zuerst von der "Becquerel-Strahlung", dann von "Spontaner Radioaktivität". Das Phänomen wurde von BECQUEREL selbst und bald auch von anderen weiterverfolgt. In der beobachtbaren Zeit verminderte sich diese Strahlung nicht. BECQUEREL fand Verfahren, um die aus dem Uran entweichende Strahlung nachzuweisen, so das Zusammenfallen der gleichartig geladenen Goldplättchen im Elektroskop wegen durch die Strahlung erzeugter Leitfähigkeit der Luft im Elektroskop und das Aufleuchten, Fluoreszieren von der zinkhaltigen Sidotblende, benutzt als "Spinthariskop". Bereits der Vater EDMOND BECQUEREL hatte entdeckt, daß Zinkblende (Sidot) ein Mineral mit ausgezeichneter Fluoreszenz ist, was also nahelegte, daß es auch auf radioaktive Strahlung reagiert.

Schwache Radioaktivität wurde dann überall auf der Erde nachgewiesen. Es wurde nach ihrer Quelle gefragt. Dazu sollte geprüft werden, ob diese Strahlung in der Höhe abnimmt. Mit geringer Höhe nahm sie ab, aber schon schon auf dem Pariser Eiffelturm stieg sie wieder. Der Grazer Physik-Ordinarius VICTOR HESS (1936) stieg ab 1911 unter anderem zehnmal im Ballon auf, von Aussig in Nordböhmen aus bis auf 5350 Meter (V. HESS 1912, J. MAYERHÖFER 1972), um Messungen auf radioaktive Strahlung auch von ihm verbesserten Instrumenten durchzuführen. Es wurde festgestellt, 1913 auch von W. KOHLHÖRSTER bis 9300 Meter, daß die Strahlung mit der Höhe wieder zunimmt, ja, daß diese vorher unbekanntes Strahlung die bekannte radioaktive Strahlung an Stärke und Durchdringungsvermögen übertrifft. Sie erreicht auch den Erdboden, und ließ sich 500 Meter Seetiefe nachweisen (H. PLEIJEL 1937). R. A. MILLIKAN nannte 1925 die neue Strahlung "**kosmische Strahlung**", und sie lieferte manche Überraschungen. Daß sie in noch größerer Höhe wieder abnahm, verwies auf auch zunächst unerwartete Sekundäreffekte in der

Hochatmosphäre (F. FRAUNBERGER 1975). ANDERSON fand bei ihrer Untersuchung das **Positron**.

Eine weitere Zufallsentdeckung in der Atomforschung war die **Künstliche Radioaktivität** 1934. FRÉDÉRIC JOLIOT und seine Ehefrau IRÈNE geborene CURIE setzten am Pariser Institut du Radium 1933 Aluminium, Bor und Magnesium Alpha-Strahlen (Helium-Kerne) aus, die von einer Polonium-Probe ausgingen (P. M. S. BLACKETT 1960, O. R. FRISCH 1981, F. JOLIOT et al. 1934), wobei die Abgabe von Neutronen und Positronen aus den bestrahlten Elementen untersucht werden sollte. Wurde die Quelle der Alphastrahlen von der mit ihnen bombardierte Aluminium-Folie entfernt, gab dieses Aluminium wider Erwarten weiterhin Positronen ab. Da zunächst ein Fehler im Zählrohr vermutet wurde, setzte man ein anderes Zählrohr ein. Die Positronenabgabe blieb. Die Zählrohrsignale hörten jedoch sofort auf, wenn die Aluminium-Folie entfernt wurde. Die Positronenabgabe des Aluminium verminderte sich nach jener für den Zerfall radioaktiver Elemente festgestellten Exponentialkurve. Daraus durfte geschlossen werden, daß der Beschuß mit Alpha-Teilchen Kerne des Aluminium in einen anderen, einen radioaktiven Kerntyp umbildet, der nun seinerseits zerfällt. Als solcher Kerntyp kam  $^{30}_{15}\text{P}$  in Frage, das unter Positronenabgabe  $^{30}_{14}\text{Si}$  bilden mußte. Im Falle der Beschießung des Bor entstand radioaktive Stickstoff  $^{13}\text{N}$ -Kerne, bei der Beschießung des Magnesium mit Alpha-Teilchen  $^{27}_{12}\text{Mg}$ . Die bei der Borbeschießung entstandene Radioaktivität konnte als Ammoniak, also als Stickstoff-Verbindung, abgetrennt werden. Das war der erste Befund, daß stabile chemische Elemente in radioaktive "Isotope" verwandelt werden können, die sich wiederum umbilden. Mit der Gewinnung künstlicher radioaktiver Isotope wurde das Tor zur Nutzung zahlreicher radioaktiver Isotope in den verschiedensten Fachdisziplinen geöffnet.

Das **Neutron** war aus theoretischen Gründen vorhergesagt gewesen und wurde 1932 von CHADWICK nachgewiesen. Es wurden bald verschiedenste Substanzen Neutronen-Quellen ausgesetzt, weil man davon Atomumwandlungen erwartete. G. von HEVESY (1935) setzte ein Salz mit dem zu den seltenen Erden gehörenden Element Dysprosium "without having a special ground to do so" einer Neutronenquelle aus und fand, daß das Dysprosiumsalz danach besonders stark strahlt, die "most intense artificial radioactivity..." (W. H. WAHL et al. 1967). Er ermittelte danach den Gehalt an

Dysprosium in einer Yttriumverbindung und bestrahlte andere seltene Erden mit Neutronen. Jedes chemische Element zeigte nach der Neutronenbestrahlung eine spezifische, in ihm durch die Neutronen "aktivierte" Strahlung. Daraus entstand die so empfindliche Analysen-Methode der "**Neutronen-Aktivierungs - Analyse**" (Neutron-Activation Analysis). Bei ihr werden Substanzen mit Neutronen beschossen und dadurch aktivierte Strahlung ist ein Charakteristikum der einzelnen Elemente.

Eine unerwartete Entdeckung von welthistorischer Bedeutung war die der "**Kernspaltung**" im Dezember 1938 im chemischen Institut der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Berlin-Dahlem unter Leitung des führenden Radiochemikers OTTO HAHN und seiner Mitarbeiter LISE MEITNER und FRITZ STRAßMANN. Der Wissenschaftshistoriker FRITZ KRAFFT (1982, 1988) hat den Weg zur Kernspaltung näher untersucht und festgestellt, daß auch hier der "Zufall" seine Grenzen hat, daß eine ganze Reihe "Präsentabilien", Voraussetzungen, für die Entdeckung gegeben sein mußten. Etwa konnte gemäß KRAFFT (1988, S. 245) "konnte" die Kernspaltung "wohl nur von unvoreingenommenen und kritischen Chemikern entdeckt werden ..., und auch das nur unter ganz bestimmten inner-und außerwissenschaftlichen Voraussetzungen; ..." Innerwissenschaftliche Voraussetzung war etwa die Entdeckung des Neutrons durch J. CHADWICK 1932, denn mit Neutronen wurde Uran bestrahlt. Dazu traten die mehr äußeren Bedingungen im Laboratorium von HAHN. Das begann schon damit, daß LISE MEITNER in Wien bei STEFAN MEIER in das junge Forschungsgebiet der Radioaktivität eingeführt worden war. In Berlin gelang es ihr in das sich frauenabweisende chemische Institut zu kommen - mußte es allerdings zunächst durch den Hintereingang betreten und gelangte so in das im Souterrain gelegene HAHNsche Institut. Als Jüdin wurden ihr durch das nationalsozialistische Regime ab 1933 etwa Vorträge außerhalb der Universität unmöglich gemacht und ließ ihr, die noch österreichische Staatsbürgerin war, nur die Forschung. Diese allein blieb auch STRAßMANN, der den Nationalsozialismus ablehnte und nicht Mitglied in der nationalsozialistischen Partei (NSDAP) noch einer ihrer Organisationen wurde. Zu den äußeren Bedingungen der Entdeckung der Kernspaltung gehörte noch, daß die bisher benutzten Räume ungewollt so stark radioaktiv "verseucht" worden waren, daß ein neuer, ganz sauberer Raum bezogen werden mußte. Dort konnte HAHN ausschließen, daß die nach der Beschießung des Uran mit langsamen Neutronen aufgetretenen Spuren von

Barium und Krypton von anderswo herkamen als aus dem Uran. Die Deutung des Auftretens von Barium und Krypton wurde von LISE MEITNER und ihrem Neffen OTTO ROBERT FRISCH (1981) bereits in der Emigration in Schweden, beim Weihnachtsaufenthalt in der Fremde bei Freunden in den kleinen westschwedischen Stadt Kungälv, getroffen. Die Möglichkeit einer Kettenreaktion durch bei der Spaltung freiwerdende zusätzliche Neutronen wurde dann anderswo, nach FRISCHs Erinnerung zuerst durch den Dänen CHRISTIAN MÖLLER gedacht.

### **Eindrucksvolle Zufallsentdeckung in der Chemie**

Gerade bei **chemischen Experimenten** gab es auch unerwartete Überraschungen. Das gab es schon bei den Alchemisten, die unter anderem Gold suchten und unter anderem hochprozentigen Alkohol und Mineralsäuren fanden. Eine aufsehenerregende Zufallsentdeckung war die des Phosphors durch HENNING BRAND um 1669 (C. PRIESNER 1995). Bei der Destillation von verfaultem Menschenurin zeigte sich in der Vorlage, dem Auffanggerät der Destillationsapparatur, ein fahlweiß schimmernder Dampf, der zu einer leuchtenden Masse kondensierte. Es hat noch lange gedauert, bis der Phosphor in seinem Wesen als chemisches Element mit einer selbstleuchtenden Modifikation erkannt wurde.

Daß man **färbende** organische Anilinsubstanzen überhaupt erzeugen kann, fand F. F. RUNGE, als er, ein Blumenfreundn Chlorkalk auf eine Planke in seinem Garten strich, um den Urin der Hunde zu neutralisieren (E. NOELTING 1916). Am nächsten Morgen war die Planke blau angelaufen, eine Veränderung, der RUNGE nachging und das auf färbende Stoffe in solchem Material verwies. Der erste für die Textilfärbung angewandte chemische **Farbstoff**, das malvenfarbige "**Mauveïn**", wurde 1856 durch HENRY PERKIN jr. (A. BERNTHSEN 1912, S. EDELSTEIN 1974, W. H. PERKIN 1906) gefunden, als er im Auftrag seines Lehrers A. W. HOFMANN Chinin herstellen wollte.

Das **Thiophen**, dessen Konstitution sich 1885 als 5-er-Ring mit einem Schwefelatom herausstellte und das Grundkörper einer ganzen Gruppe organischer Substanzen ist, fand VICTOR MEYER unerwartet als Folge eines mißratenen Vorlesungsversuches an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich (A. B. COSTA 1974, R. MEYER 1909). Das sonst aus Steinkohlenteer gewonnene Benzol (Benzen) gab mit Isatin und konzentrierter

Schwefelsäure eine tiefblaue Farbe, die Indopheninreaktion). In der Vorlesung demonstrierte MEYER die Erzeugung von Benzol aus Benzoësäure. Hier versagte die Reaktion. Die Untersuchung erwies, daß aus dem Steinkohlenteer kein reines Benzol, sondern ein bisher nicht getrenntes Gemisch zwischen ihm einer anderen Verbindung war, eben dem Thiophen. Das Thiophen, nicht das reine Benzol, gab die Blaufärbereaktion. In den nächsten 5 Jahren schrieb MEYER eine 1888 publizierte etwa 300 Seiten lange Monographie "Die Thiophengruppe" mit schon 106 Literaturabgaben - Beispiel eines Zufallsbefundes, dem rasch nachgegangen wurde.

Lord RAYLEIGH verwies in seiner Ansprache als Präsident der British Association for the Advancement of Science 1938 auf zufällig aufgefundene Dinge in der **Fotografie**, die nicht aus einer Theorie abgeleitet worden waren. RAYLEIGH sprach, daß die Geschichte der Fotografie mit Silbersalzen "can not be considered a good example of the triumph of the rational over the empirical" (1938, S. 180). WEDGWOOD und DAVY hatten (1802) gefunden, daß die Silbersalze empfindlicher auf Licht reagierten, wenn sie sich statt auf Papier auf weißem Leder befinden. Damit war schon lange vor der Erfindung der Fotografie der Weg zu "Entwicklern" angebahnt. Als J. B. READE (1837) für solche Versuche weiße Lederhandschuhe benutzen wollte und seine Ehefrau dagegen protestierte, brachte er Leder gerbende Stoffe, eine Infusion von Eichengalläpfeln, auf Papier mit dem lichtempfindlichen Silbersalz und fand die Lichtempfindlichkeit ebenso stark erhöht. FOX TALBOT, der eine Erfinder der Fotografie, benutzte dann statt der Gallapfelextrakte Gallensäure, Grundlage späterer fotografischer Entwickler. Die lichtempfindlichen Silbersalze wurden dann mit Gelatine auf der Unterlage gebunden und auch diese, unerwartet, erhöhte die Lichtempfindlichkeit der fotografischen Schicht. Später fand man sogar, daß verschiedene Gelatine sich unterschiedlich verhält, abhängig vom Futter der gelatineliefernden Rinder. Durch Zufall fand 1873 HERMANN VOGEL, daß bestimmte fotografische Kollodiumplatten aus englischer Produktion, mit denen Sternspektren aufgenommen wurden, im Unterschied zu bisherigen Fotoemulsionen auch für im Grün liegende Lichtwellen empfindlich waren. Es konnte ermittelt werden, daß diese Fotoplatten mit einem Gemisch aus Urannitrat, Gummi, Gallensäure und einem gelben Farbstoff versehen waren, wobei ein Grund für die Wirkung dieser Zusätze nicht festzustellen war. Es erinnerte das, meinte Lord RAYLEIGH 1938 (S. 205), eher an "one of medieval medical prescriptions which made up in



complexity what they lacked in clear thinking". VOGEL untersuchte dann die Wirkung anderer Farbzusätze auf die Silberbromidschicht und fand, daß sich mit Farbzusätzen die Fotoschicht für die verschiedensten Farbbereiche sensibilisieren läßt.

Aus dem um 1890 vollendet erscheinenden Periodensystem der chemischen Elemente nicht ableitbar war die Existenz einer weiteren Gruppe von Elementen, der **Edelgase**. Der englische Physiker JOHN STRUTT, Lord RAYLEIGH führte 1892 präzise Messungen zur Dichte von Gasen durch. Er verglich dabei die Dichte von "Stickstoff" aus der Luft mit der von aus Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) gewonnenem Stickstoff. Der Stickstoff aus dem Ammoniak hatte eine um etwa  $1/200$  geringere Dichte als der Luftstickstoff. RAYLEIGH teilte den Befund in einer kurzen Notiz in der Zeitschrift "Nature" mit (Band XLVI, 1892, S. 512 / 513). Da RAYLEIGH selbst Physiker war, forderte er die "chemischen Leser" der Zeitschrift auf, für den ihm schwierig erscheinenden Sachverhalt eine Lösung anzubieten. Es gab dafür vor allem zwei sinnvoll erscheinende Möglichkeiten. Entweder befand sich ein leichteres Gas in dem aus Ammoniak erzeugten Stickstoff oder ein schwereres Gas begleitete, von ihm nicht ohne weiteres abtrennbar, den Stickstoff der Luft. Während RAYLEIGH für die erstere Annahme plädierte und damit die falsche Schlußfolgerung zog, folgte RAMSAY der Hypothese, daß sich in der Luft neben dem Stickstoff ein anderes reaktionsträges Gas in relativ geringer Menge befindet. Im Jahre 1894 veröffentlichten dann RAYLEIGH und RAMSAY gemeinsam die Entdeckung des "Argon", des ersten Edelgases. Aus dessen Stellung im Periodensystem der chemischen Elemente wurden weitere Edelgase gesucht und gefunden, und für die Entdeckung der Edelgase erhielt 1904 RAYLEIGH den Nobelpreis für Physik, RAMSAY den für Chemie.

FRITZ GÜNTHER (1877 - ), Farbstoffchemiker bei der BASF in Ludwigshafen a. Rh., fand bei Versuchen zur Herstellung von Glycerin während des Ersten Weltkrieges bei "propylierten Naphthalinsulfonsäuren" ein starkes Schäumen, bisher nur von Seifen und vom Türkischrotöl bekannt (K. SAFTIEN 1959). Damit begann die Auffindung von nicht auf Fettbasis aufgebauten **Textilhilfsmittel**, die zu einer umfangreichen Produktion führten.

Ebenfalls industriell verwertbar wurden die **Metallcarbonyle** (C. LANGER 1910). Schon manches Mal war in einem Laboratorium bei dem

Industriechemiker LUDWIG MOND in England Kohlenmonoxid (CO) in einem Verbrennungsrohr über Nickel geleitet worden und wurden die entweichenden Gase in einen Bunsenbrenner verbrannt. MONDs Mitarbeiter CARL LANGER bemerkte, als die Anlage einmal abgestellt werden mußte, daß die Flamme des Bunsenbrenners eigentümlich grünlich-gelb gefärbt ist, was sich mit der Abkühlung des Rohres verstärkte. Es wurde Arsen vermutet, aber bei der Arsenprobe schlug sich ein Spiegel von Nickel nieder. Es war Nickelcarbonyl entstanden und aus ihm reines Nickel. Nickelerzeugung aus Carbonyl führten zur Entstehung eines ganzen Industriezweiges (Vgl. W. A. HERRMANN 1988), C. LANGER bedachte (1911, S. 3672), "wie leicht eine Entdeckung übersehen werden kann, und aus welchen Kleinigkeiten sich oft eine neue Industrie aufbaut." Diese Entdeckung der Metallcarbonyle war auch von nicht vorhergesehener Tragik, von Tod überschattet, weil die Metallcarbonyle sich als sehr giftig erwiesen, und durch zufälliges Einatmen starben im Herbst 1902 sieben Arbeiter (C. PRIESNER 1997), was Sicherheitsmaßnahmen notwendig machte.

Als die ersten **Pestzide** verwendet wurden, namentlich das DDT, wurde nicht ernsthaft davor gewarnt, daß ihr Masseneinsatz zu einer bedenklichen Kontaminierung der Umwelt führt. Ebenso wenig sah man voraus, daß die vor allem durch THOMAS MIDGLEY jr. (1889 - 1944) in den USA eingeführten **Fluorchlorkohlenwasserstoffe**, als Kühlmittel und für Spraydosen, unzersetzt bis in die Stratosphäre aufsteigen, dort das Ozon zerstören und so die nicht mehr absorbierte, zu hohe Ultraviolettstrahlung das Leben auf der Erde gefährdet. Solche Erfahrungen machten die "**Technikfolge-Abschätzung**" nötig, deren Ziel die Vermeidung unvorhergesehener Gefahren ist.

### **Unerwartetes in Biologie, Physiologie und Medizin**

Mit Aufmerksamkeit konnte selbst einem Apothekergehilfen wie FRIEDRICH AUGUST KÜTZING (s. 1960) in Eilenburg an der Mulde eine beachtete Entdeckung gelingen, nämlich, daß der Panzer der mikroskopisch kleinen **Diatomeen aus Kieselsäure** und nicht aus Kalk besteht. Die Diatomeen heißen mit ihrem deutschen Namen nunmehr folgerichtig "Kieselalgen". Am Tage vor Himmelfahrt 1834 hatte KÜTZING Armelechteralgen/Chara gesammelt und wollte unter dem Mikroskop die Saftbewegung in ihren Zellen studieren. Er legte diese Algen wegen der Inkrustierung mit Kalk zuerst in verdünnte

Essigsäure. An den Algen hafteten winzige, damals als "Bacillarien" bezeichnete Kieselalgen. Sie wurden durch die verdünnte, Kalk zerstörende Essigsäure nicht verändert. Sie mußten also aus einem anderen Material als Kalk bestehen. In Frage kam Kieselsäure. Durch Einwirkung verschiedener anderer Säuren konnte das überprüft wurde. An der Berliner Akademie der Wissenschaften war man von der unerwarteten Entdeckung so begeistert, daß KÜTZING ein Stipendium für eine Reise nach Dalmatien und Italien erhielt, die unter anderem auch algologischen Studien galt. Der alte Professor ERMAN in Berlin war von dem Überraschungsbefund von KÜTZING so beeindruckt, daß er bei einem Besuch KÜTZINGs diesem beide Hände drückte und rief: "Also das sind Sie, der die schöne Entdeckung gemacht hat? Mein Gott, wie sind Sie denn nur darauf gekommen? Wie haben Sie denn das nur gemacht?" Zufallsbefunde haben die anderen und den Entdecker selbst oft verblüfft.

In Biologie und Physiologie führten etliche Male praxisverbundene Aufträge zu nicht geplanten Entdeckungen. Diese Entdeckungen setzten dann umfangreiche, noch andauernde systematische Untersuchungen in Gang.

Nicht unbedingt erwartet war die "Entdeckung" der "**Biozöosen**" durch KARL MÖBIUS, seit 1868 Professor der Zoologie an der Universität Kiel. Er wurde dort 1870 auch Mitglied der vom preußischen Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten in Kiel eingesetzten "Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere." Im Jahre 1869 war MÖBIUS vom preußischen Landwirtschaftsministerium beauftragt worden, die Bedingungen für die Anzucht von Austern und Miesmuscheln zu ermitteln, um deren Gewinnung an den deutschen Küsten zu forcieren. Die neu erbaute Bahnlinie von Husum nach Hamburg erlaubte den raschen Transport der nicht lange haltbaren Muscheln vom Wattenmeer zu den Kunden weiter im Binnenland. Die Förderung der Muschelanzucht ließ eine Hebung des Lebensstandards der Küstenbewohner und damit auch dieser Steuerzahler erwarten. MÖBIUS untersuchte die Austernbänke und die blühende Austernaufzucht an den Küsten von Frankreich und England, fand jedoch, daß die Bedingungen an den deutschen Küsten schlechter sind. MÖBIUS wurde bei seinen Untersuchungen aber auf die immer wieder mit den Austern zusammenvorkommenden Organismen und der Beziehungen unter diesen aufmerksam und kam so zu der Vorstellung von den "Biozöosen" (K. MÖBIUS 1877), dem steten

Zusammenvorkommen bestimmter Arten von Organismen unter ähnlichen Bedingungen.

Die "**Mykorrhiza**", die Symbiose von höheren Gewächsen und von die feinsten Wurzelenden von Waldbäumen, auch Orchideen und Heidekrautgewächsen mit ihren Hyphen umspinnenden Pilzen fand ebenfalls bei einem praktischen Auftrag ALBERT BERNHARD FRANK (1885), damals Professor für Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin. Das preußische Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten hatte FRANK beauftragt, die Bedingungen für das Gedeihen der nur unterirdisch lebenden, als Delikatesse teuer bezahlten Trüffelpilze in den deutschen Wäldern zu ermitteln. FRANK fand dabei die enge Beziehung vieler Bäume zum Vorkommen von bestimmten Pilzen und vermutete daraufhin, daß beide Partner aufeinander angewiesen sind. Die "Mykorrhiza" besitzt praktische Bedeutung etwa bei der Ödlandaufforstung, da dort eingesetzten Bäumen die Symbiosepilze zugegeben werden müssen. Auch wird das "Waldsterben" teilweise mit Schädigung der Symbiosepilze erklärt. Orchideensamen keimen, wie dann bei systematischer Suche durch NOEL BERNARD und BURGEFF gefunden wurde, nur bei Anwesenheit von bestimmten Pilzhyphen.

Als Zufallsentdeckung immer wieder angeführt und diskutiert wird die 1928 erfolgte Entdeckung des **Penicillin**, des ersten der **Antibiotika**, chemischer Substanzen, die das Gedeihen von Bakterien verhindern. Ihre Erstentdeckung war zwar unerwartet, aber sie gelang einem Forscher, der andererseits nach bakterienhemmenden Stoffen suchte und das nicht erfolglos. Es war also der vorbereitete Geist, dem der Zufall offenbar wurde. Der in London wirkende, aus Schottland stammende ALEXANDER FLEMING (E. CHAIN 1975, C. E. DOLMAN 1972, G. WILJESTRAND 1947) hatte 1922 das antibakteriell wirkende "Lysozym" im Nasenschleim und dann auch in der Tränenflüssigkeit gefunden, als er bei einer eigenen Erkältung überlegte, daß die Absonderung von Nasenschleim wohl eine zweckmäßige Reaktion des Organismus auf Bakterienbefall ist und er Tropfen von Nasenschleim auf Bakterienkulturen gab (D. C. PHILLIPS 1966). Die Bakterien wurden zerstört. So hatte FLEMING einen geschulten Blick für Bakterien-Lyse bekommen. ERNST CHAIN, jüdischer Emigrant aus Deutschland, schilderte einmal zusammenfassend (1975), welche verschiedenen "Zufallsbedingungen" zusammenkommen mußten, daß FLEMING erkannte, daß der Schimmelpilz *Penicillium notatum*

eine Substanz ausscheidet, die Staphylokokken zerstört. FLEMING züchtete Staphylokokken auf Nährboden in einer Petrischale. Er muß einmal den Deckel der Petrischale geöffnet haben. Dabei müssen Sporen des Schimmelpilzes *Penicillium notatum* in die Kultur gelangt sein. FLEMING fuhr in die Ferien, ohne im Laboratorium vorher alles aufzuräumen. Als er nach etwa einem Monat in sein Laboratorium zurückkehrte, nahm er auch die Petrischale mit den Staphylokokken und erblickte darin nicht nur den gewachsenen Schimmelpilz, sondern auch die Lyse der Staphylokokken rings um ihn. Es hätte sicherlich leicht passieren können, daß FLEMING die "verschimmelte" Kultur einfach weggeworfen hätte. Staphylokokken sind der Lyse durch die Abscheidungen des *Penicillium notatum* nur schwer zugänglich, lediglich, wenn sie noch zu einigen Zellteilungen fähig sind. Auch bestimmte Temperaturbedingungen mußten gegeben sein. Die bewußte Wiederholung des Versuches von FLEMING gelang erst 2 Jahre nachdem CHAIN und Mitarbeiter die Heilwirkung des Penicillin 1940 bereits erprobt hatten. CHAIN meinte rückschauend (1975, S. 29), daß "der Wahrscheinlichkeitsgrad für das Zusammenkommen solcher Umstände, wie sie sich Fleming darboten. unglaublich gering" war. "Wer", fragte CHAIN, "läßt mit Staphylokokken infizierte Petrischalen einen Monat lang auf dem Laboratoriumstisch stehen und hat dann das Glück, daß sich zur richtigen Zeit eine Spore des richtigen Pilzes auf der Petrischale niederläßt und sich mit richtiger Geschwindigkeit entwickelt, so daß ein Stoffwechselprodukt die Staphylokokkenkolonien in der Phase erreicht, in der sie wachstumsfähig und daher lysefähig sind?" FLEMING selbst, der kein Biochemiker war, konnte die Substanz des Schimmelpilzes *Penicillium* nicht anreichern oder gar ein Präparat herstellen, sondern konnte nur auf die offensichtliche Existenz einer solchen Substanz aus ihrer Wirkung hinweisen. FLEMING ermittelte immerhin noch, daß die Kulturflüssigkeit mit dem Schimmelpilz nach Injektion in Mäuse dort nicht toxisch wirkt. CHAIN führte dann mit HOWARD WALTER FLOREY 1941 die Herstellung von Penicillin zur Produktionsreife, damals, als inmitten des Zweiten Weltkrieges solche Mittel gegen Wundinfektionen und Seuchen dringend benötigt wurden.

Damit eines Tages Antibiotika gefunden wurden, war die Menschheit allerdings nicht auf die Zufallsentdeckung von FLEMING angewiesen gewesen. Unabhängig von FLEMING wurde Antibiose von Forscher gefunden, die mit Bodenmikroorganismen experimentierten. Bereits durch JOUBERT und PASTEUR wurde 1877 bemerkt, daß kultivierte Milzbrandbakterien außerhalb des Körpers durch aus der Luft stammende Mikroben zerstört werden (G.

WILJESTRAND 1947), was wohl durch Substanzen geschah. Der wegen der Judenpogrome in der Ukraine 1910 aus nach den USA ausgewanderte SELMAN WAKSMAN (1888 - 1973), seit 1925 Professor an der Rutgers-Universität in New Brunswick, hat eingehend Bodenmikroben und ihre gegenseitige Beeinflussung erforscht (B. H. WAKSMAN et al. 1981, A. WALLGREN 1953). Im Jahre 1939 isolierte WAKSMANs einstiger Student RENÉ JULES DUBOS (1901 - 1982), ein 1924 aus Frankreich in die USA übergesiedelter Mikrobiologe, das Antibiotikum Tyrothricin (Gramicidin), das erste kommerziell produzierte und angewandte Antibiotikum ((C. L. MOBERG et al. 1991), das jedoch zu toxisch war und wieder vom Markt genommen werden mußte. Immerhin war die Antibiotika-Forschung stimuliert worden. WAKSMAN hatte noch als Student 1915 den Strahlenpilz Streptomyces (1915 noch Gattungsname Actinomyces) griseus entdeckt. Aus ihm isolierte er im September 1943 das Antibiotikum **Streptomycin**, das Ende 1944 erstmals klinisch angewandt wurde (S. A. WAKSMAN 1953). Auch das Wort "antibiotisch" wurde von WAKSMAN eingeführt. Im Unterschied zum Penizillin wirkte das Streptomycin auch gegen Mycobacterium tuberculosis, den Erreger der so verbreiteten Volksseuche Tuberkulose (Tbc), der "Weißen Pest". **Bei systematischer Untersuchung** der Bodenbakterien mit über 100 wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern bei WAKSMAN an der Rutgers-Universität mußte das Streptomycin **nahezu zwangsläufig** irgendwann **gefunden** werden, aber vorhersehbar war es nicht. Bald nach seiner Entdeckung wurden in den USA schon etwa 25 000 Kilogramm im Monat hergestellt (S. A. WAKSMAN 1953).

Unvorhergesehen war auch der Nachweis des gegen Viren wirkenden **Interferon**. A. ISAACS und J. LINDENMANN (1957) zogen in der Chorion-Allantois-Membran von Hühnerembryonen inaktivierte Influenza-Viren heran und setzten dann lebende hinzu. Die lebenden Viren wurden infolge der Anwesenheit der inaktivierten gehemmt und auch das ließ sich auf stoffliche Einwirkung zurückführen.

Überhaupt **Substanzen mit physiologischer Wirkung** wurden öfters unerwartet festgestellt. Als der Göttinger Medizinprofessor ARNOLD ADOLPH BERTHOLD (1849, M. KLEIN 1970) 1848 6 junge **Hähnchen kastrierte** (kapaunierte), konnte er an ihnen bald die bekannten Kastrations-Ausfälle beobachten. Als er ihnen erneut Hoden einpflanzte (substituierte) gingen diese

Ausfälle zurück, auch, wenn sie nicht in Verbindung mit dem Nervensystem standen. Die eingepflanzten Hoden gaben offensichtlich eine Substanz an das Blut ab, die dann auf den "allgemeinen Organismus überhaupt" wirkte, "wovon allerdings das Nervensystem einen sehr wesentlichen Theil ausmacht..." (S. 46). Der Transport eines Wirkstoffe durch Blut war klar anerkannt, allerdings wurde die Arbeit vergessen und erst nach der Anerkennung des Hormon-Konzepts im beginnenden 20. Jahrhundert wurde BERTHOLDS nur wenig über 4 Seiten lange Arbeit von 1849 im Jahre 1910 durch A. BIEDL wiederentdeckt und er nunmehr als "Klassiker" geehrt. Ausfälle nach bestimmten chirurgischen Operationen, so der vergrößerten **Schilddrüse**, wiesen ebenfalls auf von den Organen abgegebene Wirkstoffe und waren auch nicht vorhersehbar. So geschah es auch, als 1889 in Straßburg J. v. MERING und OSCAR MINKOWSKI (1890) (B. NAUNYN 1925) bei Studien über den Fettstoffwechsel die **Bauchspeicheldrüse** (Pankreas) bei Hunden entfernten (L. KREHL 1931). Die vollständige Exstirpation der Bauchspeicheldrüse galt bis dahin als eine wohl nicht ausführbare chirurgische Operation. Die Hunde, die 1889 die Pankreasexstirpation überlebten, fielen bald durch häufiges Urinieren auf. Der Harn wurde untersucht und in ihm ein erhöhter Gehalt an Traubenzucker nachgewiesen. Auch ansonsten wiesen die Hunde Merkmale von Diabetes auf. Der von PFLÜGER in Bonn immer wieder vorgebrachte Einwand, daß bei der Pankreasexstirpation Nervenganglien, vor allem das Sonnenganglion im Bauch, verletzt worden waren und über das Nervensystem die Diabetes zustandekam, konnte durch ergänzende Versuche entkräftet werden. Wurde etwa die Pankreas nur partiell entfernt oder nur Nachbarorgane der Pankreas geschädigt, so das Mesenterium, blieb die Diabetes aus. Nach dem unerwarteten Erstbefund konnte nunmehr die Pankreas systematisch als für den Zuckerstoffwechsel wichtiges Organ nachgewiesen werden. Wenig beachtete ältere Befunde, so bei BOUCHARDAT, LANCEREAUX, POPPER, LAPIERRE, BAUMEL über die Koinzidenz von schon seit längerem bei der Leichensektion gefundener Pankreasschädigungen und vorangegangenem Diabetes mellitus erschienen in einem neuen Licht.

Der durch seine Erforschung der Bienen"sprache" bekannt gewordene KARL von FRISCH (1938) entdeckte 1936 unerwartet bei Elritzen/*Phoxinus laevis*, einer in relativ sauberem Wasser lebenden kleinen Fischart, die Abgabe eines "**Schreckstoffes**" bei Verletzung. FRISCH hatte freilebende Elritzenschwärme im Wolfgangsee im Salzkammergut auf Töne dressiert, konnte mit Ton Schwärme anlocken. Wurden dabei Fische experimentell oder zufällig verletzt,

wurde der Schwarm unruhig und auch Futter lockte nicht mehr. Die Schreckreaktion erfolgte dabei etwa eine Minute nach dem Zurücksetzen der verletzten Fische ins Wasser. Mit zu Brei zerquetschten Elritzen wurde die unerwartet gesichtete Reaktion dann weiter verfolgt. Diese Entdeckung der Schreckstoffe eröffnete neben den Sexuallockstoffen von Schmetterlingen die Untersuchung von zwischen Individuen einer Art wirkenden chemischen Signalsubstanzen, die KARLSON (P. KARLSON et al. 1959) "**Pheromone**" nannte.

Unerwartet gefunden wurden auch die **Prostaglandine**, Substanzen, die zwischen Zellen wirken. Um 1932 fand der schwedische Physiologe ULF von EULER, daß Samenflüssigkeit von Mensch und Tier Kontraktionen im weiblichen Uterus auslöst, auf dessen glatte Muskulatur wirkt (B. PERNOW 1982). Unbekannt war gar geblieben, daß 1930 KURZROK und LIEB an der Columbia Universität in New York schon gefunden hatten, daß künstliche Besamung heftige Kontraktionen im Uterus herbeiführt. Bekannt wurden die Prostaglandine erst, als S. BERGSTRÖM zu Ende der 50er Jahre des 20. Jh. die ersten reinigte, die Struktur bestimmte, derselbe BERGSTRÖM, der um 1930 an der Columbia Universität in New York gewesen war und damals von den Erfahrungen KURZROKs und LIEBs nichts erfuhr (S. BERGSTRÖM 1982, J. A. OATES 1982).

BARUCH BLUMBERG meinte, daß mit Bluttransfusionen von Ureinwohnern Australiens behandelte Bluter vielleicht Antikörper gegen spezifische Serumbestandteile der Australier haben (H. THALER 1993). Wegen der langen Isolierung der Australier erwartete er besondere Antikörper. Er fand einen solchen bei einem Bluter. Bei anderen fand sich der Antikörper nicht. BLUMBERG fand aber, daß der Australier an chronischer **Hepatitis B** gelitten hatte und eröffnete damit den Weg zu deren Erforschung.

Ein Zufallsentdeckung in der **Zoologie** war die der **Prägung**, der bleibenden Zuwendung eines Tieres zu einem bestimmten Objekt in einem bestimmten Zustand seines Lebens. Der 29-jährige Mediziner und großartige Amateur-Ornithologe KONRAD LORENZ (B. HASSENSTEIN 2004, S. 20) wollte 1932 das Schlüpfen einer Graugans aus dem Ei vom ersten Moment an beobachten. Der beobachtende Mensch LORENZ war das erste sich bewegende Objekt, den das gerade geschlüpfte Graugans-Gössel sah. Vergeblich versuchte LORENZ



das Küken im Bauchgefieder einer Hausganz unterzubringen. Dem Menschen LORENZ folgte das kleine Tierchen und LORENZ hat dies dann anderen Graugänschen überprüft. Genauere Veröffentlichung kam 1949.

## 8. Vom Entdeckungs - und Forschungsprozeß

### **Alltagswissen und Wissenschaft**

Eine scharfe Grenze zwischen Alltagswissen und dem Wissen der "Wissenschaft" ist nicht so scharf, wie manche Wissenschaftstheoretiker und Wissenschaftshistoriker sie ziehen wollten, die ein "Abgrenzungsproblem" sahen, und zur Definierung von Wissenschaft auch notwendigerweise eine Abgrenzung suchten (W. LEFÈVRE). Das große "Feld" der "lebensweltlichen Sachverhalte" (in: G. CLAR et al. 1997) ist jedoch nicht immer eindeutig von dem durch Wissenschaftler herbeigeführten Wissen zu trennen. Die Wissenschaft sollte etwa gemäß marxistisch orientierten Autoren Ergebnis der Arbeitsteilung zwischen den normal arbeitenden Menschen und den allein geistig Tätigen gewesen sein. Aber in einfachen Gesellschaften gab es Schamane, auch teilweise eine Art Priester, Menschen, denen zumindestens höhere Einsichten und Kenntnisse zugeschrieben wurden, als die meisten Menschen für sich annahmen. Selbst auf den von den ersten Besuchern wie BOUGAINVILLE, COMMERSON, COOK, FORSTER als so lebensfreudig geschilderten Südsee-Inseln erkannten sie soziale Unterschiede, die auch mit Wissen zu tun hatten. Als in der "Sklavenhaltergesellschaft" oder jedenfalls in frühen Gesellschaften mit großen sozialen Unterschieden durch Arbeit großer Menschenmassen gewaltige Bauwerke, ob nun Pyramiden, Befestigungen oder Bewässerungsanlagen, geschaffen wurden, mußten Organisatoren diese Arbeit planen, lenken und überwachen. Diese Organisatoren wie auch etwa Schreibkundige sonderten sich aus, wußten offenbar mehr. Priester mochten sich teilweise als praxisferne Scholastiker geben, sie hatten sicherlich Fähigkeiten der Menschenbeeinflussung und bedeutende antike Gelehrte, ARISTOTELES wie der Botaniker THEOPHRASTOS oder etliche hellenistische Gelehrten untersuchten Dinge, die auch Alltagsbedeutung hatten. Mediziner hatten sKontakt mit Kranken, mit Patienten. PLINIUS war höherer Offizier in der römischen Flotte, mußte damit wohl etwas von Schiffen verstehen, konnte vieles beobachten und legte neben manchem Phantastischen auch Alltagskenntnisse etwa über Landwirtschaft und technische Vorgänge nieder.

Umgekehrt ist: Viele Menschen sehen durchaus fortlaufend Probleme. Der Gartenfreund wird fortlaufend damit konfrontiert, daß gewisse Gemüse oder Blumen nicht in der gewünschten und erwarteten Weise gedeihen, sich Schädlinge ausbreiten, andererseits auch Früchte über Erwarten gut geraten. Im Haushalt gibt es Probleme bei der Zubereitung von Speisen. Kindererziehung ist voll von pädagogischen "Problemen". Für diese Alltagsprobleme werden "Hypothesen", Annahmen zu ihrer Lösung entwickelt, auch, wenn der Alltagsmensch den Terminus "Hypothese" nicht gebraucht. Man höre die Kleingärtner, wenn sie Verzögerungen beim Wachsen von Gemüse auf Mondphasen zurückführen oder das Wetter mit dem Phasenwechsel des Mondes verbinden - was ist das anderes 'Hypothesen'. Nicht geschieht im Alltag normalerweise die **systematische Verifizierung** und Falsifizierung solcher Hypothesen. Eher gibt es endlose Streitereien, ein Hin und Her sinnloser und ganz treffender Argumente, Biertischstimmung eben. Der französische Frühaufklärer PIERRE BAYLE (1975, S. 114) hatte schon vor 1700 den Weg gewiesen, den vermeintlichen Einfluß der Mondphasen auf den Wetterwechsel zu verfolgen: "Ich habe oft acht darauf gegeben und behaupte nun, daß dasselbe" - der Wetterwechsel - "sich nicht nach dem Mond richtet und daß in der Zeit, da der Mond seinen Lauf vollendet, kein Tag ist, an dem z. B. die Abwechslung des Regens mit Sonnenschein, des Tauwetters mit dem Frost eher geschahe als an einem andern. Wenn wir richtige Erfahrungen hätten, so würden wir finden. daß die Witterung sich gar nicht nach dem Voll- oder Neumond richtet." Es würde sich wohl ergeben, "daß die Veränderung des Wetters keiner uns bekannten Regel folgt!" Mit Erkennen und Formulieren von Problemen ist immerhin ein erster vager Einstieg in wissenschaftliches Denken geschehen, gemäß auch J. von UEXKÜLL schrieb (1920, S. 5): "Aber Bauern und Gärtner sind selbst keine Naturforscher, solange sie nicht die Kunst der Fragestellung erworben haben. - Die Kunst der Fragestellung bildet die Pforte zu aller naturwissenschaftlichen Erkenntnis."

Das Alltagswissen der nicht speziell ausgebildeten Landwirte und Kleingärtner war wie oft auch das Wissen der Mediziner bis in das industrielle Zeitalter ein Sammelsurium von Erfahrungen (N. HEIM 1999), oft nur vermeintlichen. In der Medizin wurden im wesentlichen erst im 19. Jahrhundert Therapien statistisch auf ihre Wirksamkeit untersucht, wurden die Heilverfahren kausal auf naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu gründen gesucht.

Wenn der in der Wissenschaft tätige Normalbürger sich dieser Dinge bewußt ist, wird er vielleicht gegenüber der Wissenschaft keine unerfüllbaren Hoffnungen

hegen, ihre zumindestens zeitbedingten Unvollkommenheiten nicht unbedingt entschuldigen, aber verstehen. JONAS SALK, der einen der Impfstoffe gegen die Poliomyelitis entwickelte, gab einmal zu bedenken: "... Wenn man der Öffentlichkeit verständlich machen könnte, auf welche Weise wissenschaftliches Wissen produziert wird, ... und wenn sie verstehen könnte, daß Wissenschaft nichts Außergewöhnlicheres ist als jedes andere (menschliche) Unternehmen, dann würde die Öffentlichkeit aufhören, von den Wissenschaften mehr zu erwarten, als sie zu leisten vermögen, und sie würde auch die Wissenschaftler nicht mehr wie bisher fürchten" (zitiert aus: V. ROELCKE 1998, S. 889). "Wir suchen Einsicht", sagte P. SITTE (1982, S. 577), "jeder, und wir Forscher nur mit besonderen Mitteln und besonderer Intensität."

Praktiker, welche etwa in der Landwirtschaft bis zu bestätigenden oder widerlegenden Untersuchungen oder gar systematischem Datensammeln vorangeschritten sind, müssen als Wissenschaftler, als Forscher gelten, unabhängig von ihrer Ausbildung oder gar akademischen Titeln, auf die eine selbstgewisse Bürokratie so viel Wert legt. Wer sich Forscher nennen darf sollte von Leistung und Ergebnis bestimmt sein. Die Landwirtschaft etwa des 19. Jh. hatte manche solcher großartigen Praxis und Forschertum vereinigenden Persönlichkeiten in ihren Reihen, SCHULTZ-LUPITZ mit der Nutzbarmachung vorher unrentabler Sandböden, THEODOR HERMANN RIMPAU als Begründer der Moordamm-Kultur, WILHELM RIMPAU (K. VON RÜMKER 1926) als Getreidezüchter und Erforscher der Befruchtung bei Getreide und bei Zuckerrüben.

### **Empirische Kenntnisse**

Erstaunliche Kenntnisse über Nahrung, den Anbau von Nutzpflanzen, die Nutzung auch von Wildpflanzen für technische Zwecke wie Färben und Gerben waren schon lange vor der Herausbildung der neueren Wissenschaften, von Physik, Chemie und Biologie vorhanden. Welche Untersuchungen mußten dem Erwerb dieser Kenntnisse vorangehen, welche Beobachtungen im Alltag reichten vielleicht zu ihrer Entwicklung aus? Empirische Kenntnisse sind im allgemeinen **rezeptartig**, auf **den Einzelfall bezogen**, ohne Angabe allgemeiner Prinzipien, auf denen auch andere, auch ähnliche Verfahren beruhen könnten. Verbesserungen geschahen offenbar bei der Anwendung, in Versuch und Irrtum (trial and error). Spätere wissenschaftliche Erklärung empirisch entwickelter

Verfahren ließ bald ihre Schwächen erkennen und bot begründete Verbesserungen. Empirische Verfahren boten aber der Wissenschaft manche Probleme und Anregungen.

Reiseberichte geben viele Nachrichten über Kenntnisse, die Völker in Afrika oder in der Südsee hatten. Bekannt waren genießbare und giftige Wildpflanzen, bis hin zu Pilzen, bekannt waren Verfahren giftige Pflanzen wie Maniok zu entgiften. Mongolische **Pelzjäger** faßten kranke Murmeltiere nicht an und schützten sich so vor der bei wildlebenden Nagern in Zentral-Asien verbreiteten Pest (S. WINKLE 1997). Die unerfahrenen Russen und Mandschus wußten das nicht und infizierten sich beim Anfassen der Pelztiere. Etliche Substanzen wurden seit alters in teilweise aufwendigen, in ihren Anfängen im Dunkeln liegenden Verfahren erzeugt. **Soda** zur Glasbereitung wurde aus der Asche von Meerespflanzen gewonnen, **Pottasche** zur Glasbereitung aus Holzasche. Der zur Schießpulver-Herstellung nötige **Salpeter** (E. PÁSZTHORY 1995) wurde aus Erde gewonnen, die mit Abfällen vermischt wurde und dann jahrelang lag, bis aus ihr mit Wasser der Salpeter herausgelöst wurde und diese Salpeter"lauge" mußte dann noch durch Asche fließen. Wie man erst mit der Entwicklung der Chemie erfuhr: in der kaliumhaltigen Asche wurde der Salpeter zu dem brauchbaren Kalium-Salpeter. Für die **Alaun**-Herstellung wurden an Schwefeleisen (Pyrit) reiche Schiefer oder andere Materialien jahelang auf Halde gelegt, wo der Luftsauerstoff aus dem Pyrit Schwefeloxide entstehen ließen, die sich mit der Tonerde umsetzten und so zu dem ebenfalls mit Wasser herausgelösten Alaun führten. Gelehrte, die im 18. Jh. zur Verbesserung der ökonomischen Lage ihrer Länder beitragen wollten, unternahmen wie LINNÉ in Schweden, um solche dem Volke bekannten Verfahren kennenzulernen und auch anderswo im Lande zu verbreiten. PETER SIMON PALLAS beschrieb 1771 seine Reise durch Teile von Rußland und hatte dabei erfahren, daß eine Fülle von **Wildpflanzen zum Textilfärben** benutzt wurde, zum Teil in aufwendigen Verfahren. So heißt es etwa: "Die Morduanen, Tschuwaschen und Tataren bedienen sich anstatt dieses Moosses, bald des Krauts der gelben Frühlings - Blumen (Adonis verna), bald des gemeinen Wermuths, mit einem kleinen Zusatz von Genst (Genista tinctoria); am meisten aber und mit dem besten Erfolg derer mit einem angenehmen gelb färbenden Blätter von dem Carduus heterophyllus welchen die Ersanischen Morduanen Pis helaoma - tiksched (das grüne Kraut) die Mokschaner aber in eben der Bedeutung Sengerertom - tische nennen, und womit sie auch wohl die mit Indig oder Waidfarbe blaugefärbte

Wolle grün kochen. Einige Russen setzen bey dem Mooßpulver auch noch etwas Genst (russ. Drok) unter den Quaß, womit die Wolle vorbereitet wird.

Die gewöhnlichsten Färbekräuter sind, so viel ich habe auskundschaften können, hauptsächlich folgende: um hellgelb zu färben die schon erwähnten Blumen der gelben Camillen (*Anthemis tinctoria*), welche an einigen Orten Pupafka heisset; der Genst, die Färberdistel (*Serratula* russ. Serpucha), welches in Rußland meist überall wild wachsende Kräuter sind. Zur feurgelben Farbe die Wasserklette (*Bidens tripartita* russ. Tscherjoda); zu dunkelroth die wilde Röthe (russ. Marjona) welche gemeinlich von *Gallium Mollugo* oder *Asperula tinctoria* die Wurzel ist. Um ein helles Carmesinroth zu erzielen, wird das gemeine *Origanum* (Duschiza) genommen. Grün färbt man am meisten auf blaue Wolle, mit denen obgedachten gelbfärbenden Kräutern oder Birkenlaub; doch wissen auch viele durch Sieden mit einem Zusatz von Alaun aus denen unaufgeblühten Aehren des Schilfes (*Arundo Calamagrostis* russ. Mjetlika) eine hochgrüne, und aus denen Beeren des Faulbaums" - S. 63 - "(Kruschina) eine gelbgrüne Farbe zu ziehen" und in ähnlicher Beschreibung geht der Text weiter. Ähnlich vielseitig waren die Kenntnisse über Pflanzen und Pflanzenteile, mit denen Tierhäute **gegerbt** werden konnten, die also als Lohe dienten, und von denen JOHANN FRIEDRICH GMELIN 1796 in seinem "Handbuch der technischen Chemie" (S. 937) schreibt, daß man anstatt der Rinde namentlich der Eiche in Mitteleuropa im Orient die Schale von Granatäpfeln und Galläpfel gebraucht, in Ungarn und andern östreichischen Staaten als "Knobbern" bezeichnete, ähnliche Auswüchse an den Früchten der kleinen Eiche (*Quercus Esculus*), "in Rußland Post (Ledum palustre), Weidenrinde oder die innere braune Rinde von Birken, in Kasan die Bärentraube, in Persien, Egypten und im übrigen Afrika die nilotische Sinnpflanze (Mimosa nilotica), in Italien die Tamarisken (Tamarix gallica), und, so wie in der Provence und Langudeok, den myrtenförmigen Gerberstrauch (Coriaria myrtifolia), in Dännemark und Schonen zu dem Handschuhleder die Rinde der Salweide, in Jemteland die Rinde der Fichte, auf den Inseln Feroe die Ruhrwurz, in Eisland den Bocksbart (Spiraea Ulmaria), auf der Insel Martinique den Lichtbaum (Rhizophora Mangle); teutsche Schuster bedienen sich oft zu gleicher Absicht des Lungenmooses: Ueberhaupt können dazu alle Gewächse und Gewächstheile gebraucht werden, welche einen herben Geschmack haben, und mit Eisenvitriol Tinte geben."

Eine Erfahrung etwa war, daß die Malaria auftritt, wo Sümpfe in der Nähe sind. In oberitalienischen Städten war es um 1800 verboten, Reisfelder, die ja lange

unter Wasser stehen, nahe der Stadtgrenze anzulegen. Die Erfahrung legte Medizinern nahe, den Ursachen der **Malaria** nachzugehen. Manchmal gerieten schon Mücken als Mitbeteiligte an der Malaria in Verdacht.

### **Der Weg zu neuen Entdeckungen und Erkenntnissen in den Wissenschaften**

Wenn von Entdeckung und neuer Erkenntnis gesprochen wird, kann damit sehr Verschiedenes gemeint sein. Es kann bedeuten die Feststellung eines vorher unbekanntes Sachverhaltes, etwa einer der Wissenschaft bisher unbekanntes Insel oder einer Naturphänomens wie das Leuchten mancher erhitzter Mineralien, so des Bologneser Leuchtsteins. Es kann bedeuten Erklärungsversuche, also Hypothesen, Theorien, Falsifikationen und Verifizierungen.

Damit in der Wissenschaft eine neue Erkenntnis vielleicht auf Theorie-Niveau gewonnen oder ein bisher unbekanntes Gesetz formuliert werden kann, sind mehrere Schritte erforderlich. Der Entdecker unterscheidet sie oft gar nicht genau. Wissenschaftstheoretiker und auch manche Forscher suchten die Schritte im Erkenntnisprozeß aufzufinden, den Weg zu einer neuen Erkenntnis zu "formalisieren", einen für neue Entdeckungen fast verbindlichen Weg aufzustellen. Kritik daran blieb nicht aus (G. G. SIMPSON 1963), bis hin zu den Zweifel, ob es ein Muster für das Zustandekommen von Entdeckungen gibt (K. J. LAIDLER 1998). Die Analyse zusammengesetzter Erscheinungen und Vorgänge und damit auch der Weg zu einer neuen Erkenntnis, ist etwas in der Wissenschaft aber durchaus übliches und nicht etwas, das mit Wissenschaft nichts zu tun hätte. Gemeinsamkeiten auf Wegen zu Entdeckungen schließen Besonderheiten im Einzelfall nicht aus. Der britische kommunistische Kristallograph JOHN BERNAL und der weltanschaulich ihm nahestehende Physiker PATRICK MAYNARD STUART BLACKETT, letzterer Physik-Nobelpreisträger 1948, meinten, daß eine Organisation der Forschung nach gegebenen Schritten möglich ist und so bald die nötigen Lösungen für anstehende Probleme zur Verbesserung der Lebensverhältnisse bringt. Der Zoologe JOHN RANDAL BAKER, der Physiker MICHAEL POLANYI, der Botaniker und Ökologe Sir ARTHUR TANSLEY gründeten gegen die Ansicht 1940 die "Society for Freedom of Science". Kanalisierung der Wissenschaft würde die Kreativität einschränken (K. J. LAIDLER 1998).

Am Anfang einer Entdeckung stand oft die Formulierung eines Problems, ein oder mehrere Hypothesen wurden zu dessen Lösung erdacht, Prozesse wie Induktion, Deduktion, Vergleichen, Vergrößern und anderes genutzt.

KARL PEARSON und andere unterschieden etwa 6 Schritte beim wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß (kritisch bei G. G. SIMPSON 1963):

1. Auftreten eines **Problems**,
2. **Sammlung** von für das Problem **relevanten Beobachtungen**,
3. Formulierung einer **Hypothese**, welche mit den Beobachtungen konsistent ist,
4. **Voraussage weiterer Beobachtungen**, welche von der Hypothese **deduziert** werden,
5. Beobachtung des Vorkommens oder Nicht-Vorkommens solcher vorhergesagter Phänomene,
6. **Akzeptierung, Modifizierung oder Verwerfung der Hypothese** in Übereinstimmung mit den Vorhersagen.

Man könnte sich vielleicht auch auf 3 Schritte beschränken: 1. Erkennen eines Problems, 2. Hypothese zu dessen Lösung, 3. Bestätigung (Verifikation) oder Widerlegung (Falsifikation). Im Falle der Falsifikation müßte eine neue Hypothese aufgestellt werden.

Die Überprüfung einer Hypothese ließ sich auch im Sinne eines 'feedback', im Sinne der Kybernetik, erklären (G. G. SIMPSON 1963).

Diese Schritte ziehen natürlich viele Fragen nach sich, so danach, welche Beobachtungen man als für eine Hypothese überhaupt als relevant ansehen kann. Das läßt sich kaum formalisieren.

Der Physiologiehistoriker K. E. ROTHSCUH schrieb einmal (1963) von dem Verfahren der "**Szientifikation**". Er meinte (S. 5): "Das Gesamtverfahren, welches sich der Erkenntnismethoden der Wissenschaft bedient, um aus Wahrnehmungen, Beobachtungen und begrifflichen Abstraktionen durch Verallgemeinerungen Gesetze und Erklärungen zu gewinnen, wollen wir das Verfahren der "Szientifikation" nennen". Es heißt weiter: "Durch das Verfahren der Szientifikation versucht die Wissenschaft die Welt des Erfahrungsgeschehens in einem Netz von Aussagen aufzufangen, welches die

Beziehungen unter den Erfahrungssachverhalten möglichst vollständig, zutreffend und richtig repräsentiert."

ROTHSCHUH unterschied bei der '**Szientifizierung**' folgende **4 Stufen**:

1. Der **Hüllgedanke** und der **Vorschlag**: Sie erlauben für eine Reihe von zusammengehörigen Erfahrungssachverhalten eine vorläufige, als unvollkommen erkannte Deutung,
2. die **Hypothese**, die schon reichhaltigere, bessere Belege bietet,
3. die **Theorie**, die sich vielfach bewährte und einen hohen Erklärungswert besitzt,
4. das **abgeschlossene Modell**, das alle dazugehörigen bekannten Phänomene umfaßt, ihre Beziehungen korrekt und möglichst quantitativ richtig darstellt und umfassende Deduktionen und Anwendungen auf die Praxis erlaubt.

Als Gewinn der Szientifikation sah ROTHSCHUH (S. 19): "Die Analyse des Erfahrungsmaterials, die Ermittlung der gültigen Zusammenhänge und quantitativen Relationen, aufgefangen in einem repräsentativen System von Begriffen und Aussagen bedeutet Gewinn an Ordnung und Übersicht, damit an Durchblick, Klarheit und Mittelbarkeit, an Anwendbarkeit und Verfügbarkeit. Ordnung, Klarheit und Mittelbarkeit aber ermöglichen Lehren und Lernen."

ERHARD OESER (1979) unterschied in Anlehnung an C. S. PEIRCE und andere folgende Phasen des Erkenntnisprozesses:

1. **Induktion**: empirische und strukturelle Information führt zu
2. **Konstruktion**: Bildung von Hypothesen,
3. **Deduktion**: Konstruktiver Aufbau von Theorien,
4. **Reduktion** bzw. '**Abduktion**': Überprüfung der Prognosen aus den Theorien, im Falle die Erfahrung mit der alten Theorie nicht übereinstimmt "Wegführung" (Abduktion) zu 'neuer' Theorie. Mit ihr beginnt der Weg der Erkenntnisgewinnung beziehungsweise der Erkenntnissicherung erneut.

Während ein Medizinhistoriker wie ROTHSCHUH und auch Biologen und Geologen darauf bestehen würden, daß Eindrücke aus der Wirklichkeit, daß Tatsachen, die Anregung zu Schlußfolgerungen geben und damit also die Induktion wenigstens für die Realienwissenschaften eine führende Rolle spielt, und zwar auch am Anfang, haben Wissenschaftsphilosophen und Wissenschaftstheoretiker die schon anfängliche Rolle der Hypothese betont.



Um an die Geologie und Paläontologie zu erinnern, so müßten also ohne größere Kenntnis der Wirklichkeit bereits Hypothesen vorhanden gewesen sein, von denen man überhaupt zur Erfassung der Dinge kam. Gewiß, die Erzählung von der Sintflut war bekannt, bevor sich Forscher im 17. und vor allem 18. Jh. Fossilfunden zuwandten und auf Grund ihre biblischen Vorwissens als Sintflutopfer beschrieben, ja wegen der Sintfluthypothese Interesse an ihnen gewannen. Gesteinslagerungen, etwa fossilführende Gesteine auf Granit oder Gneis, wurden zunächst ebenso als Ergebnis der Sintflut gedeutet, die eine 'uranfängliche' Erdrinde mit einer fossilführenden Sedimenthülle bedeckte. Ohne das hypothetische Vorwissen von der 'Sintflut' wäre vielleicht von Anfang eine andere Deutung der geologischen Gegebenheiten versucht worden.

Von einem gewissen wirksamen 'Vorwissen' kann man aber auch bei dem Italiener ANTONIO-LAZZARO SPALLANZANI (R. THOMASIAN 1974) sprechen. Dieser lehnte die biblische Sintflut als Gegenstand wissenschaftlicher Forschung ab. Dafür sollten die Festländer mit ihren fossilführenden Sedimenten sich dank dem Vulkanismus aus dem Meere erhoben haben. Die Anregung zu dieser Idee gab der Aufstieg einer Insel im Ägäischen Meer vor der griechischen Insel Santorin. Eine Tatsache, nämlich die Inselhebung, erscheint als Grund für MOROs Vorstellung (dtsh. 1751) von der Entstehung der Festlandes. Eine Tatsache, ein Fakt, scheint zweifelsfrei eine Theorie in die Welt gesetzt zu haben. Der Empiriker scheint recht zu haben. Dennoch kann hier bemerkt werden, daß man in vergangenen Jahrtausenden eine solche Inselhebung vielleicht auf einen Meergott, eventuell auf Poseidon, zurückgeführt hätte. Es war die rationalistische Philosophie des 18. Jh. als 'Vorwissen' bei MORO, die ihn einen natürlichen Faktor als Ursache für das Emporsteigen einer kleinen Insel ansehen ließ. Damit erscheint auch hier hypothetisches Wissen als beteiligte Hebamme einer spezifischen geologischen Hypothese.

Die frühen Annahmen der Geognosten über die Entstehung der Erdrinde, ob nun die der 'Diluvianer' oder die eines Rationalisten wie MORO wurden noch im 18. Jh. als unzureichend erkannt. Bei der kritischen Überprüfung der Sintfluthypothese oder überhaupt der Fluthypothesen wurde niemals menschliches Hausgerät in jenen Sedimenten gefunden, die alle in der Sintflut entstanden sein sollten und lagen auch niemals die Fossilien wild durcheinander,

wie es bei einer solchen Katastrophe hätte eintreten müssen. Jedoch auch Vulkanismus konnte nicht als Ursache aller Landhebung bewiesen werden.

Als etwas Verschiedenes wurde immer wieder gesehen der Unterschied zwischen 1. dem **Kontext der Entdeckung** und 2. **Kontext der Rechtfertigung** - wie es HANS REICHENBACH formulierte (aus Y. ELKANA 1986, S. 99).

### **Der Reiz des Anfangs**

Die Wissenschaft wird nicht als neu zur Kenntnis nehmen, wenn jemand etwas für sich findet, daß anderen längst bekannt ist. Entdeckungen in einem Bereich, in dem schon vieles bekannt ist, verlangen das Ausgehen vom "Gestade des Bekannten" und "jede neue Einsicht bedarf des Bezuges zu dem, was man schon eingesehen hat, um akzeptiert werden zu können" (P. SITTE 1982, S. 572). Wissenschaftlicher "Fortschritt" ist damit ein historisches Geschehen. Wer für sich persönlich als neu entdeckt, was viele andere schon wissen, der trägt zwar nicht zum bestehenden Wissensfond bei, aber vollzieht oft für sich so etwas wie einen wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß. Das bereichert die Persönlichkeit. "Aha"-Erlebnisse, etwas vorher nicht Verstandendes zu begreifen, ist wohl stets ein angenehmes, oft aufregendes Erlebnis.

Heute muß viel schon vorhandenes Wissen angeeignet werden, um zu sehen, wo es noch Neues zu entdecken gibt. Langes Studium des Wissens anderer ist dem angehenden Forscher unumgänglich. Aber es gab auch **Anfänge, wo Bildung für großartige Entdeckungen nicht nötig war**. Da war auch unzureichende Schulbildung, etwa wegen Armut, kein Hindernis für Erfolge. FARADAY war Sohn eines armen Schmiedes, der mit seiner Familie in Not von North Yorkshire 1791 noch zur Winterszeit nach London wanderte. Unter beschränkten Verhältnissen wuchs FARADAY auf, bis der Zufall ihn, der Buchbinder lernte, zur Bekanntschaft mit DAVY brachte und der ihn bei der Royal Institution als Gehilfe beschäftigte. Auch DAVY kam aus einfachen Verhältnissen, denen eines Holzschnitzers aus Cornwall (K. J. LAIDLER 1998). Und FARADAY machte wegweisende Entdeckungen in der Chemie und vor allem der Elektrizität. So fand er die wegweisende elektrische Induktion, die Voraussetzung der Elektrotechnik. Als der bald berühmte Geologe und Geistliche ADAM SEDGWICK sich der Geologie zuwandte, soll er geäußert haben, daß er bisher noch keinen Stein ungewendet habe, aber hinfert keinen Stein unumgewendet

lassen wollte. Und er bereicherte die Kenntnis von der Erdgeschichte, namentlich über die alten 'Formationen', das Altpaläozoikum, ungemein. Das geschah zusammen mit und gegen den mehr begüterten MURCHISON, den, wie man sagte, seine Frau von der Fuchsjagd weg und zu etwas Sinnvollerem führen wollte und letzteres wurde die Geologie. In neuen Fachgebieten muß sicherlich auch programmatisch gedacht werden, darüber, was man eigentlich erforschen will. Aber dann muß es auch losgehen. In der 'Tierpsychologie' wurde viel hin-und her-überlegt und K. LORENZ schrieb am 12. September 1938 an HEINROTH: "Ich bilde mir ein, daß das Programm heuer viel besser ist, weniger Programmgequatsch und mehr Ergebnisse" (O. HEINROTH/K. LORENZ 1988, S. 149).

### **Annäherung an die 'Wahrheit'**

Mit dem Zweifel an der Wirklichkeitsadäquatheit des Wissens war auch zweifelhaft, inwieweit sich die Wissenschaft im Verlaufe ihrer Entwicklung der "Wahrheit" nähert. Daß in der Wissenschaft immer neue Aussagen, auch neue "machbare" Dinge hinzukommen, ist offensichtlich. Problematisch erschien, inwiefern diese der nicht vorstellbaren vollen Wahrheit näher stehen als bisher Gedachtes, denn um eine Annäherung an etwas festzustellen, müßte das, dem man sich nähert, wenigstens in großen Zügen bekannt sein. Selbst in praktischen Lehrgebieten, so in der Forstlehre, wurde debattiert, inwieweit die jeweiligen Vorstellungen über das Betreiben der Waldnutzung natürliche Gegebenheiten widerspiegeln oder nur wirklichkeitsferne Spekulationen sind (W. SCHMIDT 1932).

### **Faktoren für das Zustandekommen von Entdeckungen - "Präsentabilien" (F. KRAFFT)**

Jede Entdeckung ist gebunden an eine meist größere Zahl von Voraussetzungen, sowohl an vorangegangene Entdeckungen, an Forschungsmethoden wie auch an äußere Umstände. FRITZ KRAFFT spricht von "**Präsentabilien**". Letztlich kann die gesamte einer Entdeckung vorangegangene Wissenschaftsentwicklung als eine Voraussetzung gesehen werden. So wie die gegenwärtige Existenz eines Staates in den heutigen Grenzen Ergebnis einer weit zurückreichenden geschichtlichen Entwicklung ist. Alle Präsentabilien einer Entdeckung werden sich kaum je ermitteln lassen. Das schlosse einen großen Teil der

Menschheitsgeschichte ein. Da könnte man beginnen mit dem klassischen Griechenland und seiner Philosophie. Andere könnten ausholen auf die Einfüsse von außen auf das alte Griechenland, auf die Einflüsse von Babylon und Ägypten. Auf die erste Werkzeugbeherrschung. Und für die neuzeitliche europäische Naturwissenschaft wäre wichtig die Entdeckung der Erde ab dem 15. Jahrhundert mit all dem, was an zoologischen, botanischen, anthropologischen, mineralogischen und anderen Kenntnisse gewonnen wurde. Aber auch der Konkurrenzgeist zwischen den europäischen Mächten hat manches geistige Hindernis beseitigt. Für die Entdeckung der Kernspaltung durch OTTO HAHN und Mitarbeiter 1938 hat KRAFFT herausgearbeitet (1988, S. 246, auch 1982), wie hier deutlich wird, daß in der modernen Wissenschaft der Fortgang "von so vielen inner-, aber auch außerwissenschaftlichen 'Präsentabilien' abhängt, daß diese meist nur noch in einem Team von Vertretern verschiedener Disziplinen (die sich zudem gegenseitig verstehen müssen) innovativ zusammenwirken können."

Wegen der **Massen von Voraussetzungen für jede Forschungsleistung**, meinetwegen 'Präsentabilien', kann der Wissenschaftshistoriker stets nur einen wichtigen Teil anführen. Aber verzichten sollte der Wissenschaftshistoriker auf Einbettung in den Zusammenhang nicht. Auf jeden Fall sollte Studierende jedes Faches ein Bewußtsein für Voraussetzungen bekommen. Die ersten Denker mochten besonders genial gewesen sein. Ob sich nun ein Späterer wie auch der geniale NEWTON wegen vorangegangener Geister stets wie ein Zwerg auf den Schultern eines Riesen fühlen muß sei im Einzelfall dahingestellt. Irgendwie legen die einen Grundlagen und andere führen sie weiter. Ohne Chemie hätte es keine künstlichen Farbstoffe gegeben, ohne solche keine Zellfärbung.

### **Die Rolle der Forschungsmittel, der Forschungsmethoden auf dem Wege zu Entdeckungen**

In den meisten Naturwissenschaften haben neue Apparate und damit verbundene neue Forschungsmethoden eine oft wegweisende, aus Sackgassen hinausführende Lösung gebracht (s. u. a. L. BOLTZMANN 1899), ja haben erst zu Theorien geführt.. Wie vieles wurde gefunden durch die Entwicklung des **Fernrohres** in der Astronomie oder die des **Mikroskops** in der Biologie und auch Kristallographie. Die immer wieder einmal erfolgenden Verbesserung von Fernrohr wie auch des Mikroskops waren stets von neuen Erkenntnissen gefolgt.

Mit verbesserten Mikroskopen, denen von AMICI, konnte im 19. Jh. die Zellenlehre ausgebaut werden, wurde vieles von den Zellen überhaupt bekannt, von ihren Organellen. Es wird im Unterschied zu der die Ideen betonenden Wissenschaftsgeschichte (s. u. KUHN) bei PETER GALISON im Buch 'Image and Logic' von 1997 nachgewiesen, daß **neue Apparaturen, 'tools'**, den Weg zu Theorien brachten (s. F. J. DYSON 2012). **Erst** gab es **Dampfmaschine**, **dann** kam die **Thermodynamik**, Telegraphie und Telefonie gingen den Ideen der Infomationstheorie voraus,

Für eine neue Forschungsmethode ist nicht nur eine Idee nötig, sie muß dann praktisch erprobt werden. Wer sie von denen, die sie zuerst ausbildeten übernehmen will, muß oft im Laboratorium eines Könners, etwa des Begründers der Methode, diese erlernen. In den reinen Wissenschaften wurde da meistens sehr großzügig verfahren. Chemie lernte LIEBIG in Paris bei GAY-LUSSAC, WÖHLER bei BERZELIUS in Stockholm. Dann erlernten Studierende aus aller Welt die bei LIEBIG in Gießen ausgebildete neue Methode der quantitativen Analyse organischer Substanzen. Als SORBY die Dünnschliff-Methode für Gesteine entwickelt hatte, erlernten sie bei ihm die deutschen Petrographen ZIRKEL und ROSENBUSCH.

Ein wichtiges Forschungsmittel wurden die Spektren, die NEWTON erstmals erzeugt hatte, indem er Sonnenlicht durch ein Prisma gehen ließ. Mit der Entdeckung der dunklen FRAUNHOFERschen Linien war deutlich, daß die einzelnen Spektrumabschnitte sich nicht nur durch verschiedene Farben, sondern auch durch charakteristische Linien an den verschiedenen Stellen auszeichnen.

Die 1859 ausgearbeitete **Spektralanalyse** führte innerhalb weniger Monate zur Entdeckung neuer chemischer Elemente, des Caesium, Rubidium, Thallium, Indium und bald wurde auch das Licht der Sonne und anderer Gestirne analysiert. Die Spektren stellten sich dabei bald als viel komplizierter heraus, etwa als temperaturabhängig (N. LOCKYER 1900).

Sehr wichtig wurde für etliche Wissenschaftsdisziplinen die **Fotografie**, in Form der Daguerrotypie 1839 der Wissenschaft bekanntgegeben, in den 40er Jahren des 19. Jh. in England durch TALBOT zum Negativ-Positiv-Verfahren ausgebildet. Eine Daguerrotypie von der Sonne legten 1845 FIZEAU und FOUCAULT vor (H. L. BURSTYN 19) und die Astronomie ruhte zunehmend nicht nur auf der Fotografie der leuchtenden Himmelskörper, sondern auch auf

Fotos der Spektren. Die Atomphysik wurde stark bestimmt von den Fotografien der in der Wilsonschen Nebelkammer aufgenommenen Spuren von Elementarteilchen

Wenn der Breslauer Botaniker FERDINAND COHN in der Mitte des 19. Jh winzige Algen züchtete, dann hat er nicht nur die Fortpflanzung kleiner Algen aufgeklärt, sondern solche Reinkulturen von zunächst größeren kleinen Organismen waren die Voraussetzung für die **Reinzüchtung** von Bakterien, wie sie in seinem privaten kleinen Laboratorium um 1875 der Kreisarzt ROBERT KOCH in Wollstein bei Posen durchführte. Zu Recht fuhr KOCH mit seinen Ergebnissen und Präparaten über den Milzbrand - Erreger 1875 zu COHN. Auf Grund seiner Untersuchungen mit winzigen Algen konnte COHN die Reinkultur auch von parasitischen Erregern im Blut sofort verstehen und würdigen.

Ganze Forschungsdisziplinen hingen gerade im 20. Jahrhundert davon ab, daß neue Forschungsmethoden verfügbar wurden. Die Vergrößerungen, Messungen, Genauigkeiten konnten in den verschiedensten Wissenschaften im Laufe der Geschichte gewaltig gesteigert werden. Nahe dem Ende seines großen Forscherlebens hat ERNEST RUTHERFORD (1936), einer der führenden Begründer der Atomtheorie des 20. Jh., auf die Forschungsmethoden als Voraussetzung der neuen Entdeckungen verwiesen. Insbesondere verwies RUTHERFORD damals auf die Entwicklung von **Hochvakua**. Es führte von der Quecksilberpumpe GEISSLERs 1855 über TOEPLER 1862 und die Vakuumpumpe von HERMANN SPRENGEL 1865 (K R WEBB 1965). Nur über diese Vakuumpumpe konnten SWAN und EDISON ihre Glühlampen entwickeln, konnten die Kathodenstrahlröhren etwa für W. CROOKES das nötige Vakuum bekommen, wurden J. J. THOMSONs zur Entdeckung des Elektrons führenden Experimente möglich, entdeckte RÖNTGEN 1895/1896 seine X-Strahlen. Im Jahre 1904 fand JAMES DEWAR die starke Gasabsorption durch spezifisch präparierte Aktivkohle, so stark, daß Aktivkohle in einer Seitenröhre die Restgase in einer Hauptröhre rasch aufnahm. Eine auf diese Weise von Gasen fast befreite Röhre diente J. J. THOMSON bei seinen Versuchen mit positiv geladenen Strahlen und wurde noch von ASTON verwendet bei seinen Forschungen zur Massenspektroskopie. Noch leistungsfähigere Pumpen, die keine sich bewegenden Teile enthielten, entwickelte in Deutschland GAEDE. Es gab schließlich keine Grenze für das zu erzielende Vakuum mehr.

Mit der Entdeckung der Radioaktivität wurden Verfahren entwickelt, um das Alter von bestimmten Mineralien zu klären. **Radioaktive Isotope**, so von Jod, Phosphor und anderen Elementen, wurden Lebewesen in unschädlichen Quantitäten als "**tracer**" gegeben und es konnte ihr Weg im Stoffwechselgeschehen verfolgt werden. G. HEVESY und O. CHIEWITZ berichteten 1935, daß sie an Ratten das radioaktive Phosphor - Isotop P 32 dem Futter beimischten und dann den Weg des Phosphors in den Organen der Tiere verfolgen konnten. Im Durchschnitt, so wurde bekannt, hält sich ein Phosphor - Atom etwa 2 Wochen in einer Ratte auf. Die Erforschung radioaktiver Isotope lieferte die wohl empfindlichste Methode, um auch Spuren von Elementen nachzuweisen, die **Neutronen-Aktivierungs-Analyse**. Werden Stoffe mit Neutronen bestrahlt, so bilden sie meist radioaktive Isotope, welche nach einem spezifischen Muster zerfallen. Das tritt auch in einem Substanzgemisch auf und mit der Neutronen - Aktivierungs - Analyse war es möglich, manche chemischen Elemente sogar noch in einer Menge von weniger als einem Millionstel Gramm nachzuweisen (W. H. WAHL et al. 1967). Damit war es schwedischen Forschern 1961 möglich, Arsen in erhaltenen Haaren von NAPOLEON I. zu erkennen und damit wahrscheinlich zu machen, daß er während seiner Gefangenschaft in der Hand der Engländer auf der Atlantikinsel St. Helena allmählich vergiftet wurde.

Ganz neue Bereiche erschloß in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhundert auch die **Astronomie**. Jahrhundertelang und auch nach dem großem Umschwung mit der Spektralanalyse um 1860 war nur auf der Grundlage des von den Himmelskörpern ausgehenden Lichts Astronomie möglich gewesen. Der Ausbildung der Radartechnik zur Flugzeugerkennung im Zweiten Weltkrieg verdankt die Radioastronomie ihre Entstehung. Man bemerkte, daß das Radarsignal stärker rauschte, wenn es auf die Sonne gerichtet wurde und fand dann andere Punkte am Himmel, von denen unregelmäßige Radiosignale herkamen, obwohl mit dem optischen Teleskop dort nicht viel zu sehen war (O. R. FRISCH 1981). In Jodrell Bank bei Manchester wurde auf die Initiative von BERNARD LOVELL eine Radarantenne mit 80 Meter Durchmesser gebaut. Ein billigeres und empfindlicheres Verfahren fand in Cambridge MARTIN RYLE. Durch die Verbindung mit der Computertechnik konnte eine Welt neuer Himmelsobjekte erschlossen werden, so schnell rotierende Sterne mit Sonnenmasse bei einem Durchmesser von nur einigen Kilometern. Auch die

Entdeckung der "Pulsare", die regelmäßige Radioimpulse aussenden, ging aus der Radioastronomie hervor. Durch Detektoren in einer 1949 hochgeschossenen erbeuteten V 2 - Rakete der US - Amerikaner wurden auch **X-(Röntgen - ) Strahlen** von der Sonne festgestellt. Damit begann die "X-ray - Astronomie", die in der Folgezeit zahlreiche X - Strahlen emittierende Objekte feststellte (H. FRIEDMAN 1997). Der Nachweis von **Gammastrahlen** und **Neutronen aus dem Weltall** wurde in den USA entwickelt, um eventuelle sowjetische Atombombentest im Weltall und möglicherweise hinter dem Mond zu entdecken, da bei solcher Explosion fern der irdischen Atmosphäre etwa der Feuerball ausbleibt. Enthüllt wurde im Gefolge dieser Entwicklungen das unsichtbare Universum der X-Strahlen und der Gamma-Strahlen (H. FRIEDMAN 1997). Ein Schritt mehr in den Weltraum, heraus aus der erdgebundenen Astronomie, brachte das **Hubble-Weltraumteleskop**. Mit ihm wurde erfolgreich aus kleinen Positionsänderungen ferner Himmelskörper nach fernen Planeten gefahndet (B. KOBBE 1996).

### **Materialbeschaffung als Voraussetzung vieler Forschung**

Für viele Forschungen namentlich in den Anfängen reichte der Teich vor dem Zimmer wie bei TREMBLEYs Forschungen zu den Süßwassertieren und der Entdeckung und Untersuchung der Süßwasserpolyphen um 1744. Oder der Graben im botanischen Garten vor dem Institut wie bei COHN (1851, S. 262) in Breslau zur Entdeckung an 'Infusorien'. Süßwasserfische konnte man einst auf **Fischmärkten** erwerben. Meerestiere erforderten Küstenaufenthalt, wofür im 19. Jh. spezielle Meeresstationen gegründet worden. Fische gibt es wärmeren hochentwickelten Ländern nur noch in Geschäften mit Kühlung.

Auch Chemiker wandten sich früh aus dem Bergbau stammenden Substanzen zu oder jenen, im 18. Jh., mit denen der Arzt zu tun bekam, also Harnsteine, Gallensteine oder Nierensteine. In Weinfässern setzte sich der 'Weinstein' ab und interessierte die Chemiker, und an ihnen legte PASTEUR den Einstieg zur Stereochemie. LIEBIG und WÖHLER suchten aus dem weißen harten Schlangenkot, zu besorgen etwa von Schaustellern, zu chemischen Entdeckungen zu kommen. Der Chemiker HANS FISCHER (H. WIELAND 1950) in München erforschte im 20. Jh. mit zahlreichen Mitarbeitern die **Gallenfarbstoffe**, neben dem Blutfarbstoff und dem Chlorophyll. Für den Gallenfarbstoff Bilirubin mußten ausreichend **Rindergallensteine** besorgt werden, eine nicht so einfache Angelegenheit. **Schlachthöfe** lieferten für



manche Forschung an speziellen Organen und über bestimmte Stoffe das Material, möglichst frisch. Sexualhormone benötigte man auch Pferdeharn oder den von extra dafür gehaltenen Bullen. Gut, wenn dann dann auch anbaubare Pflanzen für die Steroidforschung geeignetes Material boten.

Manche zu Entdeckungen führende Forschungen auch früherer Zeit wurden aus **Material aus größerer Ferne** durchgeführt. Daß Europäer zunehmend in alle Regionen der Erde vordrangen und dort auch zunächst nutzlos erscheinendes Material, Mineralien wie Tiere und Pflanzen sammelten und präparierten, trug viel zum Aufstieg der modernen Naturwissenschaft bei. In Sand aus der Karibik wurde Platin nachgewiesen. Kein Lebewesen, wie gering auch immer, keine Substanz sollten unbekannt bleiben. So etwas wie Tiefseeschlamm oder Mondgestein mußte aufwendiger besorgt werden und so etwas stand und steht dann oft nur bestimmten begünstigten Forschergruppen zur Verfügung.

Und aus den chemischen Substanzen wurde versucht, **alle nur möglichen Verbindungen**, alle möglichen Varianten herzustellen. Die Frage der Nutzens mochte dann eintreten.

Die **Natur** blieb durchaus eine wichtige Quelle für Forschungen, für Dinge, die sich im Laboratorium nicht nachahmen lassen. Das gilt für Erdbeben, Vulkanbausbrüche, Tsunamis, viele Wettererscheinungen, die Organismen. Die **Kosmische Strahlung** lieferte Teilchen mit einer Energie, die ein Beschleuniger nicht aufbringen konnte.

### **Im Laboratorium erzeugte Phänomene**

Das Weltall mag weitgehend **Vakuum** sein, auf Erden konnte ein Vakuum nur künstlich erzeugt werden, für Forschungen mit der Luftpumpe in einem Rezipienten. Zuerst namentlich unter BOYLE, unter der besonderen Hilfe seine Assistenten HOOKE. Damit war in einem kleinen Raum ein unirdisches Gebilde geschaffen. Viele 'chemischen' Substanzen sind nur Laboratoriumsprodukte, wenn auch oft Abkömmlinge auch natürlich vorkommender Stoffe. Elektrizität erscheint in der Natur am ehesten "blitzartig" kurzzeitig, die elektrischen Erscheinungen in den Molekülen sind weitgehend unbemerkt. In der Welt der Technik wird Elektrizität in einem steten die Natur übertreffenden Ausmaß bereitgestellt. Auch Hochtemperatur, fast bis zum

absoluten Nullpunkt herabreichende Tieftemperatur, Hochdruck sind Phänomene in Labor und Technik.

### **Einfluß der Wahl des geeigneten Forschungsobjektes für die Erkenntnisgewinnung**

Sowohl beim Finden von Problemen wie auch zur Bestätigung von Hypothesen war und ist es wichtig, daß ein möglichst **geeignetes** Objekt zur Untersuchung zur Verfügung steht, das bestimmte Eigenschaften besser als andere aufweist, auch, wenn es nicht allein diese Eigenschaften besitzt.

Von Licht werden zahlreiche Substanzen zersetzt, jedoch meistens in längerer Zeit. Mit sich rascher zersetzenden Substanzen, so dem Chlorknallgas, wurde deshalb 1855 - 1859 von R. BUNSEN und seinem Schüler H. E. ROSCOE die noch kaum entwickelte **Photochemie** ausgebildet (G. LOCKEMANN 19). Bei der Bestimmung der **Parallaxe** eines Fixsternes suchte F. W. BESSEL zuerst nach einem Stern, der durch Eigenbewegung aufgefallen war und dessen Entfernung von der Erde daher nicht so groß wie bei anderen zu sein schien.

Für die Erdgeschichtsforscher, die **Geologen**, gab es **bestimmte Aufschlüsse**, an denen besonders viele Einsichten ermittelt werden konnten. Für den einen als Begründer der Geologie zu sehenden Forscher. für JAMES HUTTON in Edinburg, war es ein nur mit dem Boot erreichbarer Aufschluß an der Küste, der Siccar Point. In Sachsen war es viel diskutierte, aus Basalt bestehende Scheibenberg, wobei der Basalt, von A. G. WERNER, in seiner Entstehung zuerst allerdings sehr falsch interpretiert wurde.

GREGOR MENDEL fand die nach ihm benannten und lange nach seinem Tode 1884 ab etwa 1900 die weitere Erforschung der Vererbung leitenden 'Gesetze', als er zwei nur in einem erkennbaren Merkmal unterschiedene **Erbsen-Sorten** kreuzte, wobei die Erbsen auch nicht unkontrolliert fremd befruchtet werden. Echinodermata/Stachelhäuter wie Frösche hatten für embryologische und entwicklungsphysiologische Untersuchungen den Nachteil, daß ihre Eiablage und damit Keimesentwicklung saisongebunden ist. Waren entwicklungsphysiologische Experimente bei Fröschen oder Salamandern mißglückt, dann mußte bis zum nächsten Frühjahr gewartet werden, wie es SPEMANN und HILDE MANGOLD geb. PROESCHOLD erlebten, da nur ganz wenige der durch Transplantationen behandelten Versuchstiere überlebten.

Hormonstimulierung gab es seinerzeit auch nicht. Ein hervorragendes Versuchstier für die weitere **Vererbungsforschung** nach 1910 war die Taufliege **Drosophila**, vor allem in der Art *melanogaster*. Dieser winzige Zweiflügler läßt sich gut in Versuchsgefäßen halten und standardisiert ernähren und besitzt eine rasche Generationenfolge. Drosophila vermehrt sich rasch und reichlich. Vererbungsforscher in der Botanik, die wie ERWIN BAUR als wichtige Versuchspflanze das Garten-Löwenmaul/*Antirrhinum majus* verwendeten, konnten mit der Vermehrung ihrer Versuchspflanzen nicht mithalten. Dabei war es sicherlich wichtig, daß die Vererbungserscheinungen nicht allein an einem einzigen Objekt untersucht wurden und so die Forschung an einer höheren Pflanze auch von hohem Wert waren. Bei Drosophila weist glücklicherweise nur Chromosomenpaare auf, also viel weniger als bei den meisten anderen Organismen. Das war geeignet, die Chromosomentheorie der Vererbung zu belegen, die Annahme, daß die Erbanlagen (Gene) auf den Chromosomen liegen. Es wurde gefunden, daß manche Merkmale in der Tat gemeinsam vererbt werden, also, weil auf einem Chromosom, gekoppelt auftreten. Es wurden auch gerade **4 Koppelungsgruppen** gefunden, so viele wie bei Richtigkeit der Chromosomentheorie der Vererbung zu erwarten waren. Bruch von Koppelungen ließ weitere Erscheinungen verstehen und Chromosomenkarten aufstellen. Bei Drosophila kam hinzu, daß sie zu den Diptera (Zweiflügler) gehört und diese in einigen Geweben, so in den Speicheldrüsen, ausnehmend große, sogenannte Riesenchromosomen besitzen, welche durch zahlreiche Chromosomenteilungen ohne Auseinanderdriften zustandekommen. In diesen Riesenchromosomen konnten Veränderungen in der Chromosomen, wie Stückausfälle (Deletionen), mikroskopisch gesehen werden. Drosophila-Arten treten in der Natur in verschiedenen Rassen auf und es konnten natürliche Populationen über Mutanten durchsucht werden. Zuerst vor allem TIMOFEEFF-RESSOVSKY kreuzte aus Berliner Mülltonnen gefangene Drosophila mit sich selbst und sah zahlreiche rezessive Mutanten herausmendeln, konnte damit nachweisen, welche Fülle von rezessiven Mutanten es in natürlichen Populationen einer Art wie Drosophila gibt. Die für manche Forschungen so überaus großen Vorteile des Forschungsobjektes Drosophila waren nicht alle vorherzusehen. Ganze Fachrichtungen wurden vom richtigen Griff zum geeigneten Versuchsorganismus bestimmt. JOACHIM HÄMMERLING (H. HARRIS 1982) gelang, die zu den Dasycladaceae gehörende *Acetabularia*/Schirmalge zu kultivieren, eine größere Alge mit nur einem einzigen Zellkern, die also eine einzige Zelle darstellt. Diese Alge konnte

leicht entkernt werden, was Aufschlüsse über den Einfluß des Zellkerns auf das Protoplasma lieferte, die als von allgemeinem Wert eingeschätzt werden konnten. Das wichtigste Objekt der Genphysiologie, den rötlichen Schimmelpilz *Neurospora crassa*, lieferte der Pilzforscher BERNARD OGILVIE DODGE (W. J. ROBBINS 1962), indem er herausfand, daß die (Asco)sporen nach einem wenige dauernden Erhitzen keimen. Daß in der **Biochemie** gewisse Organismen für bestimmte Aufklärungen besonders geeignet sind erfuhr DAVID NACHMANSOHN (1972, S. 11/12), als er das an dem Geschehen an Nervensynapsen beteiligte Enzym Acetylcholinesterase isolieren wollte, las er in einer Lektüre von den großen motorischen Endplatten 'elektrischer' Fische, traf im Sommer 1917 auf einer Ausstellung in Paris auf den 'elektrischen' Fisch *Torpedo mamorata* und konnte als 18-jähriger Student für seine Untersuchungen einige Exemplare erfolgreich erbitten. Auch etwa in der Biochemie war die Benutzung der geeignetsten Substanzen wichtig. EARL W. SUTHERLAND (1972) die **Hormone** Adrenalin und Glucagon auswählte, um Aufschlüsse über die Wirkungsweise von Hormonen zu gewinnen.

Gerade in der Biologie, bei der Forschung mit bestimmten Organismen, gibt es Schwankungen und Abweichungen. Als der Breslauer Botaniker F. COHN den Schimmelbefall der im Herbst von *Empusa Muscae* befallenen Fliegen mit einer Nadel auf gesunde Fliegen übertragen wollte (1855), mißlang dies; aber nicht, weil die Übertragung generell nicht stattfindet, sondern weil sie an bestimmte Wochen im Jahr gebunden ist.

Um die **Substanz der Zellkerne** zu ermitteln, wählte FRIEDRICH MIESCHER (s. 1897) in Basel nach der Benutzung der Eiterzellen richtig die Spermatozoen des Rheinlachs, die fast nur aus Kernsubstanz bestehen und nur wenig Protoplasma enthalten. Die von ihm dadurch untersuchte Nukleinsäure erwies sich später als die Vererbungssubstanz und MIESCHER hatte mit seiner Untersuchung also ein ganz wichtiges Gebiet nicht nur der Biochemie, sondern der allgemeinen Biologie betreten.

### **Unterschiede im Erfolg der Forschung - Wahl der richtigen Methode**

Je nach dem Vorgehen der Forscher, nach der Wahl der Mittel, kann der Erfolg unterschiedlich sein. Als der französische Seefahrer LOUIS-ANTOINE DE BOUGAINVILLE (1772/1972) 1766 bis 1769 die welt umrundete und namentlich von Feuerland quer durch den Pazifik nach Java fuhr, eilte er

ziemlich schnell, schon wegen Krankheiten an Bord, und die Entdeckungen waren relativ bescheiden und nur an wenigen Inseln wurde gelandet. Die Entdeckungen COOKs etwa auf dessen Reisen 1768 - 1771, 1772 - 1775, als unter anderem durch Sauerkraut der Skorbut in der Mannschaft vorgebaut wurden, waren viel größer: Wiederauffindung des vorher nur einmal von TASMAN berührten Neuseeland, Entdeckung des Bestehens einer durch eine Meeresstraße (Cookstraße) getrennten Nord- und einer Süd-Insel bei Neuseeland, Landung an der von BOUGAINVILLE gemiedenen Ostküste von Australien, Entdeckung der Neuen Hebriden, von Neukaledonien, von Südgeorgien. Die **unterschiedliche Reiseweise**, die man **wohl auch als Methode** sehen kann, hat also unterschiedliche Ergebnisse gezeitigt.

Ebenso wie der geeignete Versuchsorganismus für das Ergebnis wichtig ist, so muß auch die Forschungsmethode oft mühsam erarbeitet, oft durch Probieren regelrecht "erpröbelt" werden. Die Überzeugung eines Forschers, auf dem richtigen Wege zu sein, einer sinnvollen Hypothese anzuhängen, kann diese Mühe wohl überwinden lassen.

So war ROBERT KOCH (1932) überzeugt, daß die Tuberkulose eine Infektionskrankheit ist und auf irgendeinem Wege die Erreger, vermutlich Bakterien, gefunden werden müßten. Er fand sie, nachdem er tuberkulöse Material 20 bis 24 Stunden mit Methylenblau angefärbt hatte. Es färbte jedoch nicht jedes Methylenblau. KOCH schob das auf eine Alterung der Farbstofflösung beim Stehen. Er fand dann, daß Zugabe von Ammoniumverbindungen oder Kaliumhydroxyd zum Methylenblau bewirkt, daß jede solche Farbstofflösung die Tuberkelbazillen färbt.

### **Entdeckungen durch Anwendung bestimmter Verfahren/ Forschungsmethoden auf immer neue Bereiche - Analogforschung**

**Einmal** oder in wenigen Anfangsfällen **erfolgreiche Verfahren** wurden **auf ähnlich zu sehende Dinge** angewandt und haben hier zu manchen auch bedeutenden neuen Wissen geführt. **Nicht nur Nachahmung, auch Abänderung** zeichnete dieses experimentelle Vorgehen aus. Einer oder wenige beginnen und viele folgen der Linie. Man kann vielleicht von **Schlüsselexperimenten** sprechen, die weiterwirken. Auch wichtige Dinge wurden durch **Verfahrensübertragung** gefunden.

Analoge Verfahren spielten eine bedeutende Rolle in der **Chemie**. Wenn einmal erfolgreich gestartet, also einmal **oxydiert** und dabei Neues gefunden wurde, oxydierten andere nun auch, und das gilt ebenso für **Hydrieren, Chlorieren, Pyrolyse, Elektrolyse** und die auf immer weitere Stoffe angesetzten im Prinzip gleichartigen Verfahren. Das sind gern Themen für Doktoranden, die auf einem eingeschlagenem Weg Neues finden sollen, von denen man aber nichts Umstürzendes erwartet. Angeregt von WÖHLERs Aluminium-Herstellung ließ ANTOINE ALEXANDRE BRUTUS BUSSY in Paris "Magnesia", Talkerde, MgO, mit Kohle und Chlor reagieren und reduzierte das erhaltene wasserfreie Magnesiumchlorid mit dem reaktionsfähigen Kalium. Das Magnesium erschien als weiße metallische Kügelchen, die im unzersetzten "Chlormagnesium" einsaßen, als ein silberweißes, sehr glänzendes, sehr dehnbares, unter dem Hammer ausplättbares Metall, von dem kleine Stücke funkensprühend an Luft verbrennen und wiederum Magnesia, "Talkerde", Magnesiumoxid, liefern. LIEBIG konnte das Verfahren sogleich, 1830, bestätigen. FARADAY erhielt 1833 Magnesium durch das auch anderswo angewandte Verfahren der **Elektrolyse**, hier von geschmolzenem Magnesiumchlorid.

Als bei UREY in den USA sein Student MILLER fand, daß sich in einem Gefäß anorganische Moleküle wie die von Methan, Ammoniak, Wasser und Wasserstoff bei elektrischen Entladungen unter den Bedingungen einer sauerstofffreien oder wenigstens sauerstoff-armen Atmosphäre zu organischen Molekülen bis hin zu Aminosäuren vereinen und damit eine Vorstufe der **Entstehung des Lebens auf der Erde** erklärbar wurde, rief das zahlreiche Nachfolger zu ähnlichen Untersuchungen mit abgeänderten Ausgangsgemischen und anderen Bedingungen auf und wurden zahlreiche mögliche Bedingungen der Lebensentstehung aufgeklärt (M. G. RUTTEN 1971, S. 93). Zu fragen war, wie 2-wertiger Phosphor in für das Lebensgeschehen wichtige organische Moleküle kam, und das wurde potentiell als möglich erachtet als eine Arbeitsgruppe am Georgia Institute of Technology in Atlanta den möglicherweise auch prä-biotisch entstehenden Harnstoff in einem Experiment einführten und Ribonucleoside eperimentell phosphoryliert wurden (M. GROß 2916),

War einmal bekannt geworden, daß **Außenagenzien Mutationen** auslösen, dann lag nahe das nach der Entdeckung von Röntgenstrahlen als Mutationsauslöser für andere Strahlung zu untersuchen und bei der Annahme des genetischen Materials als einer bestimmten chemischen Substanz auch auf

Substanzen als mögliche Mutationsauslöser auszudehnen. induzierende Agenzien gefunden. Um 1942 / 1943 fanden die aus Deutschland nach Edinburgh emigrierte Jüden CHARLOTTE AUERBACH, Enkelin eines Breslauer Anatomieprofessors, beim Kampfgas Lost, und in Freiburg i. Br. der nicht-jüdische und mit einer Jüdin verheiratete FRIEDRICH OEHLKERS (H. MARQUARD 1974) zuerst bei Urethan, daß auch manche **Substanzen mutationsauslösend** sein können. BLAKESLEE und AMOS G. AVERY (1937) entdeckten, daß Colchizin, das giftige Alkaloid in der Herbstzeitlose/*Colchicum autumnale* Polyploidie, Chromosomenverdoppelung hervorbringt. Suche wurde fortgesetzt.

### **Routineforschung wird regelrecht zur Planforschung**

**Alle Arten der Pflanzen und Tiere** nach einer gemeinsamen Methode zu **erfassen** und in einer bestimmten Weise zu **beschreiben** war das Ziel um LINNE' im 18. Jh. in Schweden und das wurde in großem Maße geschafft und von weiteren Botanikern in gleichem Sinne fortgesetzt. Bekam man neue Pflanzen, dann war klar, was zu tun ist, und die Arten in der Natur und auf allen Erdteilen zu erfassen war die gestellte Aufgabe. Planvoll war also in der Natur zu suchen, nur das Ergebnis beim Auffinden war offen, Aber irgendetwas war zu finden und es gab höchstens Theorien oder Hypothesen dazu, wo vielleicht besonders reichlich Neuheiten zu finden waren. Aber die plangemäße Suche stand im Vordergrund.

Oder gab es das auch, wie es A. KOESTLER (1966, S 250) meinte: "Eine experimentelle Wissenschaft ist gewöhnlich dann für einen Umschwung reif, wenn die Unmenge von Routineuntersuchungen nahe daran ist, sich mit Hilfe begrenzter Techniken in immer kleineren hochspezialisierten Details zu verlieren. Damit ist ein Stadium erreicht, in dem die Klarstellung weiterer Teilprobleme dem schon Bekannten wenig oder gar nichts mehr hinzuzufügen hat."

Von der **Zahl und** der Gestalt, der **Struktur**, der im Zellkern sichtbar gemachten **Chromosomen** erhofften sich Botaniker **Aufschlüsse über die Evolution** der Pflanzen und manche ihrer Eigenschaften, Da Verschiedenheiten von Art zu Art zu erwarten waren, wurden, soweit die Sichtbarkeit der Chromosomen bestand, die Durchsuchung geeigneter Gewebe bei möglichst

vielen Pflanzen vorgenommen. Das war Herangehen nach Plan, war Routine. Ergebnisse waren offen, kamen am Ende. Die **Chromosomen-Zahlen möglichst vieler Blütenpflanzen** erschloß und stellte in Deutschland zusammen GEORG TISCHLER (F. OVERBECK 1968), Universität Kiel, der ab 1915 dazu veröffentlichte. Seine "**Allgemeine Pflanzenkaryologie**" erschien 1921/1922 auf 899 Seiten, später auf fast 3000 Seiten, seit 1934 in mehreren Lieferungen, bis 1963. Begonnen hatte TISCHLER mit den Pflanzen in Schleswig-Holstein. Die Chromosomenzahl diente ihm für Aussagen für die Systematik, Pflanzengeographie und Ökologie, das Variieren "verwandter Rassen und Arten auf verschieden gearteten Standorten wurde hier in großem Umfang zu den unterschiedlichsten chromosomalen Verhältnissen in Beziehung gesetzt" (F. OVERBECK 1968, S. 148)., Vom Engländer CYRIL DEAN DARLINGTON stammt 1956 das dem deutschen Pflanzen-Genetiker OTTO RENNER gewidmete Buch "**Chromosome Botany**" und sein ebenfalls auf 1956 zurückgehenden "Chromosome Atlas of Cultivated Plants".mit seinen **zahlreichen Abbildungen** der Chromosomen. 1958 veröffentlichte DARLINGTON zu dieser Thematik erneut die 1939 in erster Auflage erschienene und nunmehr erweiterte "Evolution of Genetic Systems".

Auf **Planarbeit** beruhten auch **archäologische Ausgrabungen**, wenn sich für eine Fundstätte entschieden war, und neben Erwartungen wie dem 'Turm von Babylon' kamen auch Überraschungen.

### **Hoher Zeitaufwand für gewisse Forschungen - und dann automatisiert**

Es gab Dinge, die viele Jahre erforderten, um zu einem Erfolg zu führen. Sogar ein Jahrzehnt konnte überschritten werden. Wehe, wenn der Forscher dann unter Zeitdruck gesetzt wurde! Jahre benötigte SUMNER in den USA zur Gewinnung einer **ersten kristallisierten Enzyms**, der Urease. 12 Jahre lang, ab 1943, als kriegsgegnerischer Quäker in Cambridge, hat FRED SANGER (E. DAVIES 2005) die **Aminosäure-Sequenz** im Protein Insulin aufgeklärt. Nach der Veröffentlichung 1955 erhielt SANGER 1958 den Nobelpreis für Chemie, dem wegen seiner Sequenzaufklärung der DNA einer Bakteriophage ein zweiter Nobelpreis 1980. Ein Leben in einseitiger Arbeit bis zum 65. Lebensjahr im Laboratorium, mit Mitarbeitern natürlich. Längst entstanden auf seinen Forschungen Methoden, welche solche Sequenzierung massenweise erlauben. Ebenfalls etwa 12 Jahre dauerte die nunmehr auch automatisierte Aufklärung



der **3-dimensionalen Struktur von Proteinen** mittels der X-Strahl-Diffraktion, des Myoglobin von Walen durch KENDREW bei PERUTZ (PH. BALL 2008) in Cambridge. PERUTZ selbst klärte das Hämoglobin. Die 3.dimensionale Struktur erklärt vieles in der Wirkungsweise auch von Pharmaka.

Das Auffinden einer einzigen "Wahrheit", eine **einzig** "Entdeckung", abgesichert, späteren Generationen wie selbstverständlich in Kurzfassung gelehrt, konnte ein **ganzes Forscherleben** ausfüllen. Der ungarische Mediziner TÖLTÉNYI stellte 1838 (S. XXXIV) bilderreich fest: "Wohl kostet es dem Einzelnen die Mühen und Freuden eines ganzen langen Lebens, um oft nur eine einzige Wahrheit auszufinden, welche die Nachfolger in einem Nu auffassen, wie ein Hungriger eine fertige Speise, die dem Koch vieles Nachsinnen und eine lange Arbeit gekostet, in einem Augenblick verschlingt. - Niemand als der Geistverwandte ist im Stande, die Mühen des Gelehrten und die Ergebnisse seines Denkens zu würdigen!" Durch die Arbeit der Vorgänger erhalten die Nachkommenden ein kultiviertes Land, auf dem sich dann müheloser bauen läßt als die erste Kultivierung kostete.

### **Eigene Arbeiten führen zu weiteren eigenen Arbeiten - wissenschaftliche Zusammenhänge in einem Forscherleben**

Bei manchen Forschern ist das Verfolgen eines einzigen Konzepts offensichtlich. Aber auch dann, wo eher eine Vielzahl von angegangenen Probleme erscheint, liegen oft System und Folge vor. Der Chemiker BUNSEN (M. SUTTON 2011). hatte Apparate zur Gasanalyse entwickelte und konnte damit, 1838 - 1846, die Gase in den verschiedenen Teilen eines Hochofens entnehmen und feststellen. Solche Apparaturen dienten aus Island der Untersuchung von Gasen, die aus dem erst wenige Monate vorher nicht mehr eruptivem Krater des Vulkans Hekla entstiegen. Eine neue galvanische Batterie 1841 auch für Lichterzeugung, Messung der Lichtintensität mit dem Fettfleckphotometer, photochemische Reaktionen namentlich zwischen Chlor und Wasserstoff, Bunsenbrenner, Spektralanalyse und so auch die Entdeckung der bisher unbekanntenen Elemente Rubidium und Caesium stehen in einem von Licht geprägten Zusammenhang.

### **Der wissenschaftliche Erkenntnisprozeß und der Anteil der einzelnen Forscher an ihm**

Ohne ein rezeptartig benutzbares Schema für die Erkenntnisgewinnung einführen zu wollen, gab es als wenigstens als oft wiederkehrende Schritte, wie schon erwähnt, die Auffindung von Problemen, der Versuch der Problemlösung durch Hypothesen und die Falsifikation oder Verifizierung dieser. Die einzelne Forscherpersönlichkeit hat an den einzelnen Schritten unterschiedlich mitgewirkt. Manche Forscher formulierten vor allem Probleme. Andere Forscher betätigten sich besonders als die Schöpfer von Hypothesen, die Probleme lösen konnten. Noch andere Wissenschaftler gewannen ihren Ruhm aus der Verifizierung oder der Falsifizierung einer Hypothese, manchmal einem entscheidenden 'Experimentum crucis'.

Eine abgerundete Leistung von der Problemerkennung über eine Hypothese bis zur Verifizierung in für seine Zeit vorbildlicher Weise vollbrachte WILLIAM HARVEY mit der **Entdeckung des Blutkreislaufs**. Das Problem war die von den Venenklappen nahegelegte Bewegung des Blutes in den Venen zum Herzen hin, was im Gegensatz zur bisherigen Auffassung stand. Die Lösung bot der Kreislaufgedanke, der in Experimenten, etwa in der Anlegung von Ligaturen, von Einschnürungen an Blutgefäßen bestand, weil die Gefäße vor der Ligatur anschwellen. Die große Leistung von ROBERT KOCH andererseits besteht in dem Beweis der längst diskutierte Hypothese von **Mikroben** als Erreger ansteckender Krankheiten durch deren Reinkultur. Forscher, die vor allem schon bestehende Hypothesen bewiesen, waren groß in der Entwicklung neuer Verfahren der Forschungsmethodik. Dies gilt auch für OTTO WARBURG, der die verschiedensten Methoden der organischen Chemie und der Strahlungsphysik in seiner Hand vereinte (F. LYNEN 1963) und so auch zu neuen Forschungsmethoden gelangt.

Wie unterschiedlich die Wege eines Forschers zu seinen Entdeckungen eingeschätzt werden, zeigte E. OESER (1979, S.149 ff.) etwa am Beispiel KEPLERs und der Auffindung der nach ihm benannten 'Gesetze'. POPPER sah da eine "wilde Spekulation", HÜBNER und KOESTLER "nachtwandlerische Sicherheit" zum Ziel, MILL 'Induktion' im trivialen empiristischen Sinn, WHEWELL 'Superinduktion', also logischen Sprung über das Erfahrungsmaterial hinaus, PEIRCE und andere mehrere Schritte in einem Erkenntnisprozeß aus Induktion, Deduktion, Reduktion beziehungsweise Abduktion.

### **Bedeutung einzelner Entdeckungen für den weiteren Fortgang der Wissenschaft, Schlüssel-Entdeckungen**

Unter den vielen Befunden, die immer wieder gewonnen werden, gibt es einzelne, die für den weiteren Fortgang in der eigenen Wissenschaft und manchmal auch anderswo forschungsleitende Anregung bieten, also für weitere Entdeckungen eine Schlüsselfunktion haben. JUSTUS LIEBIG meinte hierzu (zitiert in: E. VON MEYER 1884, S. 455): "Tausend Thatsachen für sich ändern den Standpunkt der Wissenschaft nicht, und eine davon, welche begrifflich geworden ist, wiegt, in der Zeit den Werth aller andern auf."

In der Chemie-Technik bot das **LEBLANC-Verfahren der Soda-Herstellung** aus Kochsalz und Schwefelsäure von etwa 1790 viele Erfahrungen für industrielle chemische Prozesse. CHEVREULs **Zerlegung der Fette** in Fettsäuren und Glycerin in den 20er Jahren des 19. Jh. war ein frühes Muster für die Zerlegung organischer Substanzen. LIEBIG selbst lieferte ein Beispiel einer andere Untersuchungen anregenden Forschung, als er gemeinsam mit dem Chemiker FRIEDRICH WÖHLER (A. W. HOFMANN 1882) 1832 die aus dem schon lange bekannten, aus einem indischen Baum stammende Benzoëharz hergestellte **Benzoësäure** in ihrer quantitativen elementaren Zusammensetzung mit aus ihr gewinnbaren Substanzen verglich. Möglich wurde die quantitative Elementaranalyse mit der von LIEBIG kurz vorher entwickelten Methode. Es ergab sich, daß sich reines Bittermandelöl und Benzoësäure nur in einem Sauerstoffatom unterscheiden und auch andere Verbindungen nur in wenigen Atom. Immer blieb ein beständiger "Rest", der Benzoyl-Rest, von dem sich durch Veränderung einzelner Atome oder Atomgruppen andere Verbindungen ableiten lassen. Der beständige "Kern", "Radikal" genannt, und die hinzutretenden oder fehlenden Atomgruppen, ließen die Zusammensetzung solcher Verbindungen besser verstehen. WÖHLER und LIEBIG meinten zu diesem auf weitere Untersuchungen anleitendem Ergebnis (s. Ausgabe 1891, S. 3): "Wenn es gelingt, in dem dunkeln Gebiete der organischen Natur auf einen lichten Punkt zu treffen, der uns wie einer der Eingänge erscheint, durch die wir vielleicht auf die wahren Wege der Erforschung und Erkennung dieses Gebietes gelangen können, so hat man immer Ursache sich Glück zu wünschen, ..." A.W. HOFMANN (1882, S. 3176) schätzte an Benzoësäure-Arbeit von LIEBIG und WÖHLER rückschauend: "Den Gedanken, welche zuerst in der engen Umgrenzung jener Arbeit auftauchten, begegnen wir heute in allen Theilen der Wissenschaft; einige der grossen Reactionen, mit deren Hülfe wir uns heute in

dem Labyrinth der organischen Chemie zurecht finden, sind in jener denkwürdigen Arbeit zum ersten Male gehandhabt worden."

Für die **Vererbungsforschung** boten die **Erbsenkreuzungen** MENDELS (1866) mit den Vererbungsgesetzen einen solchen Eingang. Verkannt wurde zunächst die leitende Bedeutung der **Alkaptonurie**, untersucht von GARROD. Wie sich zwischen letalen und normalen Genen ein Gleichgewicht in einer Population einstellt, zeigte die **Sichelzellenanämie**.

Die zu stark verallgemeinerten Einzelfälle können aber auch zu unberechtigter Extrapolation führen und lassen die Besonderheiten verkennen.

Hypothesen zur **Tumor- (Carcinom-) Entstehung** schlossen sich immer wieder führenden gerade betriebenen Forschungsrichtungen an, dort die Aufklärung des Rätsels erwartend. Als im späten 19. Jh. die kausale Embryologie mit führende biologische Forschungsrichtung war, sollten Tumoren im Körper aus nicht in die Entwicklung einbezogenen, embryonal gebliebenen Gewebeteilen entstehen, also auf einer sich erst später auswirkenden Fehlentwicklung in der Keimesentwicklung beruhen. Als die Chromosomen erforscht wurden und BOVERI Chromosomenabnormalitäten in Krebszellen fand, sollten Fehlteilungen der Chromosomen zu Tumoren führen. Mit der Biochemie kam eine biochemische Erklärung, vor allem durch OTTO WARBURG, der nach seiner Feststellung eines nicht Sauerstoff benötigenden Stoffabbaus in den Krebszellen die Tumor-Entstehung auf Sauerstoffmangel in Geweben zurückführte, was erklären mochte, wieso an dauernd gedrückten Stellen sich Carcinome bilden konnten. Es konnte dann erwiesen werden, daß manche Tumoren durch Viren entstehen. Für alle Tumoren aber konnte das gelten. Eine Neue Gesichtspunkte und Erklärungen brachte der Aufstieg der Molekulargenetik.

### **Tragende und getragene Wissenschaften**

Fortschritte in manchen Wissenschaften sind von der Entwicklung anderer Wissenschaftsdisziplinen abhängig, sind, wie etwa der Physiologie-Historiker ROTHSCUH das nannte, "getragene Wissenschaft"(en). Viel in der Chemie wird erst durch Physik erklärt, und der Chemiker R. BUNSEN wird mit den Worten zitiert (s. R. PRIBRAM 1911, S. 3386): "Ein Chemiker, der kein

Physiker ist, ist überhaupt nichts." Von Physik und Chemie ist die Physiologie, die Wissenschaft von den Lebensvorgängen in großen Teilen abhängig. Der Blutkreislauf konnte durch W. HARVEY (1628) noch durch Anatomie und Experimente ohne Voraussetzungen aus anderen Wissenschaftsdisziplinen gefunden. Aber tieferes Verständnis für die Funktionen des Blutes setzte Erkenntnisse in der Chemie voraus, etwa über den Sauerstoff-Transport an den roten Blutkörperchen. Ohne chemische Kenntnisse über die Nahrungsstoffe blieb das Verständnis der Verdauung ganz oberflächlich. Abbe L. SPALLANZANI, 18. Jh., verschluckte zwar an einem Faden angebundene Schwämmchen, zog sie wieder heraus, drückte sie aus, und gewann so Magensaft. Greifvögel ließ er kleine Kästchen mit Fleischstückchen verschlucken, zog auch sie wieder hoch, um Veränderungen am Fleisch festzustellen. Bei Achtung von allem Heroismus von Selbstversuchen, viel mehr als Zersetzungserscheinungen an den Speisen ließen sich nicht feststellen. Der Physiologe LUDIMAR HERMANN betonte 1879 (S. 83) sehr richtig: "Der Zustand der Physiologie ist ein ziemlich treues Abbild des Standes aller übrigen erklärenden Naturwissenschaften, etwa die Astronomie ausgenommen". Und der Schweizer Zoologe ERNST HADORN sagte 1976 (S. 43): "Im Gegensatz zur Chemie ist eine auch nur partielle Autonomie der Biologie unmöglich."

### **Vertreter "getragener Wissenschaften" schaffen an den tragenden Wissenschaften mit**

Stießen Physiologen bei ihren Forschungen auf sie **störende Lücken in Physik und Chemie**, haben manche auch Forschung in ihnen betrieben, um ihrer eigenen Wissenschaft zu rascherem Fortschritt zu verhelfen. Der Leipziger Anatom und Physiologe ERNST HEINRICH WEBER hat mit seinem mathematisch begabten Bruder WILHELM EDUARD WEBER die **Wellenlehre** begründet und damit einen wichtigen Bereich der Physik eröffnet, Der Physiologe E. H. WEBER nutzte die Erkenntnisse für das Verständnis des **Pulses** und der Blutzirkulation (K. H. WIEDERKEHR 1967). Der Botaniker und Pflanzenphysiologe WILHELM PFEFFER war im Interesse der Klärung pflanzenphysiologischer Fragen auch ein Erforscher der **Osmose**. Die Zellen der Pflanzen sind von semipermeablen, also halbdurchlässigen Wänden umgeben und manche Substanzen können diese Wände durchdringen, andere nicht. Wasser durchdringt sie, in denen Zellen aufgebauter Zucker dringt viel langsamer hinaus. Ist eine Zelle von Wasser umgeben, dringt es verstärkt hinein,

der osmotische Druck in der Zelle steigt. Das in einem Modell nachzuahmen, fand PFEFFER (HOFF 188, S. 482) das Verfahren, in unverglaste Tonzellen Ferrocyankaliumlösung einzufüllen und diese Tonzellen in Kupfersulfatlösung zu stellen. Von außen drang durch Diffusion Kupfersalz in die Tonwand, von innen her Ferrocyankaliumlösung. Die sich in der Tonwand treffenden Salze resp. ihre Ionen bildeten in ihr eine vom Ton nur getragene und ansonsten unabhängige Membran, die wie eine Zellwand wirkte. PFEFFER stellte einen vorher ungeahnt hohen **osmotischen Druck** fest, was die Vertreter der Physikalischen Chemie aufhorchen ließ und die Vorgänge in der Pflanzenzellwand verstehen half.

### **Wiederholung fremder Forschungen als Ausgang für Neuentdeckungen**

Neuentdeckungen wurden seit langem, seit dem 16. und vor allem 17. Jh. auf jeden Fall, in den meisten Fällen bald nach dem Bekanntwerden von verschiedenen anderen Wissenschaftlern und namentlich in den Akademien und dann auch den naturwissenschaftlichen Gesellschaften wiederholt. Damit machte man sich wie in einem guten Schulunterricht mit den Dingen vertraut, wurden die Ergebnisse sichergestellt oder auch bezweifelt. Akademien und Vereine hatten eher als mancher reine Privatmann die Mittel, die Versuchapparaturen nachzubauen. In Danzig wurde auf Initiative von DANIEL GRALATH dem Älteren (H.-J. KÄMPFERT 2001) am 2. Januar 1743 die Naturforschende Gesellschaft in Danzig gegründet. Mit gekauften physikalischen Geräten führten die ordentlichen Mitglieder (literati) nach einem Lehrbuch von CHRISTIAN VON WOLFF dort beschriebene elektrische Versuche vor. Vor allem aber wurden bei der Nachahmung oder dem Versuch wenigstens geringfügiger Verbesserung vorliegender Forschungen in Danzig neu gefunden vor allem der Zusammenschluß mehrerer Leidener Flaschen zu einer "elektrischen Batterie", die stärkere Entladungen gab als eine Einzelflasche gab. Ein großer Teil der Arbeit vieler Gelehrter war die Mühe um geringfügige Verbesserung. Der Ingolstädter und dann Münchener Botaniker FRANZ PAUL VON SCHRANK bemerkte 1813 (S. 57): "Es ist dieses das Los aller physikalischen Wissenschaften, dass ihr Fortgang nicht gerade allemal durch glänzende Entdeckungen, sondern weit öfter, und meistens weit gründlicher, durch kleine Nachbesserungen befördert wird. Das gilt vorzüglich die Naturgeschichte" - womit SCHRANK etwa die Erfassung der Pflanzenwelt verstand - denn diese ist "zu weitläufig ..., als dass nicht auch der grösste Mann

unter der Menge der Gegenstände, die er zu bearbeiten hat, ermüden, und, was die Folge davon ist, Versehen begehen sollte, ..."

Die Wiederholung einer Untersuchung kann auch so enden, daß eine Entdeckung **nicht bestätigt** wird. Es kann sein, daß der Nachahmer Dinge außer acht läßt, die der Entdecker beachtet hatte oder die bei ihm unbewußt gegeben waren. Der Chemiker HERMANN W. VOGEL (1884) hatte gefunden, daß Bromsilber, daß man für fotografische Platten benutzte, durch Zugabe von Farbstoffen auch für Farben sensibilisiert wurden, für die reines Bromsilber nicht empfindlich ist, was für die Tonwertwiedergabe auf einer Fotografie wichtig ist. Einige als tüchtig angesehene Photochemiker konnten bei Wiederholung der Versuche von VOGEL kein positives Ergebnis erzielen. Das bedeutete nicht, daß VOGELs Entdeckung keine war. Farbstoffe, stellte sich heraus, können fotografische Präparate etwa zersetzen und dann gelingt die Sensibilisierung eben nicht. BECQUEREL in Paris und JAMES WATERHOUSE in Calcutta konnten VOGELs Ergebnisse wie in weiteren Versuchen er selbst bestätigen. Negative Ergebnisse sind also kritisch zu sehen, widerlegen ein reales positives Ergebnis nicht.

In den naturwissenschaftlichen Praktika der Schulen und Hochschulen werden zu Recht systematisch zahlreiche Versuche nachgeahmt, nicht, um das "Fahrrad noch einmal zu erfinden", sondern um die Befähigung zu eigener wissenschaftlicher Arbeit zu schaffen.

### **Verfrühte und überfällige Entdeckungen - das Problem der Vorläufer**

Manche Entdeckungen, gerade zufällige, Einzelbefunde, wurden zunächst nicht weiterverfolgt, zu ihrer Zeit nicht beachtet, gerieten eventuell in Vergessenheit, vielleicht, weil sie nicht in ein umfassenderes theoretisches System eingebaut werden konnten (W. GERLACH 1936). Wurde später dieselben Dinge erneut entdeckt wurden, grub man manchmal die einstmaligen Entdeckungen und vorangegangenen Entdecker wieder "aus", feierte sie, ja würdigte sie fast wie zum Ausgleich für entgangenen Ruhm in der Lebenszeit posthum bisweilen besonders großartig. Vielleicht ehrt man Tote ohnehin lieber als konkurrierende Zeitgenossen. Wissenschaftshistoriker verweisen gern auf solche "Vorläufer". Aber die Entwicklung in einem Forschungsgebiet muß eben reif sein, einst isolierte Entdeckungen in einen Zusammenhang einzuordnen. Da hilft kein

Grämen, wenn Lebende von jüngeren Zeitgenossen da überholt werden. Der christlichen Lichtgestalt Jesus gingen laut Bibel eben auch Propheten und Johannes der Täufer voraus und mancher Forscher muß sich eben damit abfinden, nur ein **Vorbereiter** gewesen zu sein, was oft nicht unwichtig war und beachtbare Hinweise lieferte. Nicht nur Personen wurden verkannt, auch Ideen, Hypothesen ohne große Bindung an Personen wurden teilweise lange nicht weiterverfolgt. ASIMOV (zit. in H. KAPPERT 1978, Motto) meinte 1969: "Es gibt in der Wissenschaft keine Entdeckung, so revolutionär und funkelnd sie auch sein mag, die nicht aus dem entstanden ist, was ihr vorherging." Ideen hat mancher, und Ideen leben, wenn auch nur irgendwo ausgesprochen, oft im idellen Untergrund weiter. Es wäre auch ein Wunder, wenn alle großen Ideen plötzlich nur einem einzigen im Gehirn auftauchten. 'Vorläufer' kann nicht nur einzelne Personen netreffen, sondern auch ganze Richtungen wie die durchaus auch zur neueren Chemie führende Alchemie (W. BROCK 2006). Einem 'Vorläufer' wird Genugtuung zuteil, wenn er wenigstens irgendwie noch bekannt bleibt oder er wenigstens in Spezialliteratur auffindbar ist. Mancher, der schon richtige Dinge fand und sie klug interpretierte, geriet dennoch oft wenigstens für lange in Vergessenheit. So erging es JOHANN FERDINAND ADAM VON PERNAU, Graf von Rosenau, der 1716 in Nürnberg ein Buch über seine Beobachtungen an Vögeln, in Volieren und im Freiland, beschrieb, und das trotz Einflüssen im frühen 19. Jh. im 20. Jh. regelrecht wiederentdeckt wurde. VON PERNAU (W. WICKLER et al. 1977, S. 28) beschrieb darin, was der Verhaltensforscher des 20. Jh. wiederfand und es als neu ansah: "... vieles über Nahrungserwerb, Wanderung, Nistgewohnheiten, Revierbesetzen, Stimmäußerungen, Badegewohnheiten oder Jungenfüttern verschiedener Vögel." Aus Vergleichen zog VON PERNAU noch heute akzeptierte Schlußfolgerungen, so "daß der Stieglitz (= Distelfink) systematisch abseits von den echten Finken stehen müsse. daß der Kanarienvogel eher mit dem Grünling als mit dem Hänfling verwandt sein müsse." Er sah den "Reviervesang der Buchfinken ... beschrieb die geschlechtliche Stimulierung der Taube durch bestimmte Verhaltensweisen ihres Täuberichs ..." und führte Rückkreuzungen durch für das Erfassen des Erbgangs von Einzelmerkmalen. VON PERNAU wußte auch, daß Vögel im Herbst nicht erst mit der Einwirkung von Hunger oder Kälte wegziehen, sondern ein innerer Mechanismus wirkt. WICKLER (et al. 1977, S. 28) meinte dazu: "Es ist - auf fast allen Gebieten der Forschung - erstaunlich und erschreckend zugleich, wieviel wertvolle Arbeit jahrzehntelang und oft länger in Vergessenheit geriet, bis ein späterer Forscher unter einem günstigeren Geschick



die gleichen Ergebnisse noch einmal brachte und ein gefeierter Mann wurde." Heute wäre es sowieso unmöglich, auch auf dem eigenen Wissenschaftsgebiet alles in aller Welt verfolgen zu wollen. Referateorgane, wie sie schon lange bestanden, konnten manches vor dem zu raschen Vergessen schützen. Daß man die Angaben und Ansichten des VON PERNAU von 1714 auf jeden Fall überprüfen und in vielem ergänzen mußte, ist dabei wohl offensichtlich.

Der im 17. Jh. wirkende **Chemiker** und Pharmazeut JOHANN RUDOLPH GLAUBER (K. F. GUGEL 1955) führte chemische Reaktionen aus und hatte Substanzen in den Händen, die danach kaum noch beachtet wurden und die man später wiederentdeckte. So fand sich durch spätere Auswertung seiner Niederschriften, daß GLAUBER außer Holzessig auch Aceton, Benzol, Phenol hergestellt haben muß und die Umsetzung von Salzen mit stärkeren Säuren gut kannte, nicht nur beim Glaubersalz aus Kochsalz und Schwefelsäure. Völlig vergessen war offensichtlich ein Befund über die Beziehung von **Elektrizität und Magnetismus**, über den ein ANDREAS WIKSTRÖM, Lektor der Mathematik zu Kalmar, 1759 (S. 157 / 158) kurz in den Abhandlungen der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften veröffentlichte. Rieb er Glas, elektrifizierte es also, so wurde eine nahe befindliche Magnetnadel abgelenkt. Hier lag zwar statische Elektrizität vor und nicht fließender elektrischer Strom wie bei OERSTEDs Entdeckung von der durch elektrischen Strom abgelenkten Magnetnadel, aber einen Hinweis auf die Beziehung zwischen Elektrizität und Magnetismus hätte es also gegeben.

Je größer und bedeutender ein Forscher erscheint, desto lieber scheint man ihm Vorläufer voranzustellen. Im Jahre 1860 reagiert DARWIN (s. P. H. BARRETT 1977 II, S. 32) erstaunt in der von ihm viel benutzten 'Gardeners Chronicle and Agriculture Gazette' auf einen Artikel in dieser Zeitschrift von PATRICK MATTHEW, einem Landbesitzer und auch an Forsten Beteiligten, daß er 1831 in einem Appendix zu seinem vor allem Holz für Schiffsplanken behandelnden Buch 'Natural Timber and Arboriculture' die 'Natürliche Selektion' als ein zu neuen Formen führenden Vorgang dargestellt habe. DARWIN beteuert, daß er davon nichts gewußt habe und will ihn nun gern als Vorläufer anerkennen. Über DARWINs eventuelle vor 1859 anzusetzende Bekanntheit mit den Gedanken MATTHEWs wird seitdem (s. Wikipedia 2017) viel spekuliert, ohne DARWIN des Plagiats überführt werden konnte. Noch früher war von dem 1817 gestorbenen, in Amerika lebenden schottischen Mediziner WILLIAM

CHARLES WELLS (Wikipedia 2017) im Jahre 1818 ein 1813 vor der Royal Society gelesener Beitrag in Druck erschienen, der schon die 'Natürliche Selektion' behandelt und zwar für die Herausbildung der Hautfarben.

Zu den nach ihrer Veröffentlichung für längere Zeit nur unzureichend gewürdigten und verstandenen Arbeiten, später als "**klassische' Werke**" gefeiert, gehört die Abhandlung "Versuche über Pflanzenhybriden" des Brünner Augustinermönchs GREGOR MENDEL von 1866 (1865). MENDELs Erkenntnisse waren immerhin so ausgereift, daß man wegen dieser fast 35 Jahre nur wenig zitierten Veröffentlichung die nach 1900 aufkommende Vererbungsforschung als "**Mendelismus**" bezeichnete. Um 1900 hatten etwa gleichzeitig mehrere Forscher, HUGO DE VRIES, CARL CORRENS sowie ERICH von TSCHERMAK, die von MENDEL mitgeteilten "Gesetze" wiederentdeckt. Mit der Einigung auf den Namen MENDELs beugte man Prioritätsstreitigkeiten vor.

Als die **Hormone**, durch das Blut übertragene Signalstoffe kurz nach 1900 sicher bekannt wurden, wurde als der klassische Vorläufer der Göttinger Physiologe BERTHOLD wiederentdeckt und seine kaum 5-seitige Arbeit erneut veröffentlicht.

In der Gesteinskunde hat, wie E. WEGMANN (1948) wieder herausfand, etliche Zeit vor späteren Petrographen der Norweger KEILHAU erkannt, daß manche **Gesteine** durch **Metamorphose** entstanden. Er galt nun als der vergessene "Vater des Transformismus". WEGMANN meinte (S. 49 / 50): "Liest man heute KEILHAUs Arbeiten, so ergreift einen das beklemmende Gefühl, wie viel wertvolles Gedankengut immer wieder verloren geht, oder durch die Autoritäten des Tages verschüttet und später wieder ausgegraben wird. Wieviel davon bleibt unauffindbar? Wenn wir auch den ersten Wegbereitern nicht immer Gerechtigkeit widerfahren lassen können, so bleibt uns doch der Trost, daß immer wieder ähnliche Lösungsversuche der großen Probleme auftauchen, da sich die Denk - und Vorstellungsmöglichkeiten um gewisse Archetypen gruppieren lassen, die nach gewissen Zeiten in neuen Varianten erscheinen. Vielen Nachfahren macht es Freude, einen unbekanntem Vorgänger, der die gleichen Wege beschritt, kennen zu lernen, andere gefallen sich besser in ihrer Einzigartigkeit."

Manchmal geht eine fast sichere Hypothese oder Theorie der Bestätigung eines Sachverhaltes voran und man kann streiten, ob der theoretische Entdecker oder

derjenige, der die Theorie bestätigte, mehr zu ehren ist. In der **Kernphysik** gab es auf mathematischer Grundlage die **Voraussage** etlicher dann nachgewiesener Elementarteilchen, wobei die Voraussage nicht ohne Skepsis der Experimentalphysiker getroffen wurde. DIRACs Theorie sagte 1928 das **Positron**, ein positiv geladenes Teilchen von der Masse des Elektron, voraus. CARL D. ANDERSON hat es 1933 gefunden, in der Nebelkammer fotografiert (O. R. FRISCH 1981). Das vorausgesagte **Neutron** wurde 1934 von CHADWICK nachgewiesen. Die **Mesonen** postulierte der Japaner H. YUKAWA, denn sie erklärten den Zusammenhalt der Nukleonen im Atomkern (O. R. FRISCH 1981), und nachgewiesen wurden sie ebenfalls in der kosmischen Strahlung. Jede sich später bestätigende Hypothese kann in diesem Sinne als Vorläuferentdeckung betrachtet werden.

Die neuere **Molekulargenetik** mußte als Vorläuferentdeckung erkennen, daß richtigerweise CASPERSSON und BRACHET um 1941/1942 gefunden hatten, "daß Protein synthetisierende Zellen viel RNS enthalten" (J. D. WATSON 1963, S. 439), was aber damals nur ein Hinweis war und nicht in einen größeren Zusammenhang eingeordnet werden konnte, Beispiel von noch der umfassenderen Würdigung wartenden Einzelbefunden. Der nach emigrierte New York emigrierte Biochemiker CHARGAFF (u. a. E. A. CARLSON 2011, S. 80) fand, daß in der Desoxyribonukleinsäure zum einen die Basen **Adenin und Thymin** und andererseits **Guanin und Cytosin** zu stets gleichen Anteilen vorkommen, aber die Paare in unterschiedlicher Menge bei verschiedenen Spezies. Dieser als die "Chargaff-Regel" bezeichnete Befund half sehr die Struktur der Vererbungssubstanz Desoxyribonukleinsäure, DNA, aufzustellen und CHARGAFF war bitter enttäuscht bei der Nobelpreisvergabe leer ausgegangen zu sein.

Außer zunächst ziemlich zusammenhanglosen Einzelbefunden wurden auch **manche** wichtigen **Gedanken** zunächst eher **vage** geäußert, jedenfalls nicht so, daß sie sofort als große Entdeckung erschienen. Immerhin konnten sie den Boden für spätere Akzeptierung einer Idee bereiten. Vor der klaren Formulierung des Energie-Erhaltungssatzes haben etliche Forscher Gedanken über den **Zusammenhang der Naturkräfte**, geäußert. TYNDALL (1870, s. 1948, S. 59) sagte von M. FARADAY , daß "grosse wissenschaftliche Prinzipien, noch ehe sie ihren vollen Ausdruck durch den einzelnen erhalten, meist mehr oder weniger klar in dem allgemeinen wissenschaftlichen

Bewußtsein ihrer Zeit liegen. Das Niveau der Einsicht ist bereits hoch, und als Entdecker treten uns diejenigen entgegen, welche gleich den Bergspitzen über ein Plateau etwas, wenn auch nur wenig, über die Gedankenhöhe ihrer Zeit hervorragen." Es dürfe nicht vergessen werden, daß FARADAY an "den äußersten Grenzen unseres Wissens arbeitete ..." Etliche sahen die von erhitzten Substanzen ausgehenden spezifischen **Spektrallinien**, wurden die Spektren von Flammen beobachtet, aber GUSTAV KIRCHHOFF forderte 1863, daß er und BUNSEN eben die allgemeinen, stets gültigen Gesichtspunkte herausgearbeitet haben. In Deutschland hat der Chemiker CARL FRIEDRICH MOHR (R. HASENCLEVER 1900) 1837 ausgeführt, daß es außer den chemischen Elementen "in der Natur der Dinge nur noch ein Agens" gibt, und dieses heisst "Kraft", und diese "Kraft" könne sich in verschiedener Gestalt äußern, nämlich als Bewegung, chemische Affinität, Kohäsion, Elektrizität, Licht, Wärme, Magnetismus. MOHR beanspruchte, der seine Veröffentlichung von 1837 nicht mehr verfolgt und sie regelrecht hatte, forderte später dennoch die Priorität als Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Energie (F. SZABADVARY 1974). Als der Begründer der **Zelltheorie für die Pflanzen** gilt MATTHIAS SCHLEIDEN mit seiner Arbeit dazu 1838. Aber die Zellen in Pflanzengewebe sahen schon die das damals noch einfache Mikroskop benutzenden "Mikroskopiker" des 17. Jh. und namentlich von NEHEMIAH GREW hat sie in vorbildlicher Weise gezeichnet. Für ihn aber waren die Zellen Hohlräume, wie die Zellen der Bienen. Jeder mikroskopierende Botaniker sah bei Dünnschnitten von Pflanzengewebe die Zellen und mancher sah in ihnen wenigstens die wesentlichen Elementarorgane der Pflanzen, so 1837 (S. 10/11) FRANZ JULIUS FERDINAND MEYEN: "Die Elementar-Organe der Pflanzen sind demnach Zellen, welche unter den mannigfachsten Modificationen auftreten" und nur das Gefäßsystem wird noch etwas gesondert gestellt, das "zwischen den Zellen verläuft." Gedanken zur räumlichen Struktur des Kohlenstoff-Atoms und somit zur **Stereochemie** finden sich bei etlichen Chemikern, aber VAN'T HOFF und LE BEL formulierten das klar, und der auch sich als Vorläufer fühlende VICTOR MEYER (1890, S. 571) erkannte an: "Es ist aber nicht ein Verdienst, etwa zu sehen, sondern die Bedeutung des Gesehenen zu erkennen, und demjenigen kommt die Ehre der Entdeckung zu, an deren Namen sich die Erkenntniss der Tragweite eines Fundes knüpft." Auch der Auffindung von **Vitaminen** ging manche frühere Einsicht voraus. In der zweiten Hälfte des 18. Jh. der schottische Mediziner JAMES LIND (V. L. BULLOUGH 1973) gefunden, daß Citrusfrüchte Skorbut heilen. Allerdings erschien es finanziell zu

teuer, dem Skorbut in der britischen Marine mit Citrusfrüchten vorzubeugen. JAMES COOK fand Sauerkraut und Malz als prophylaktische Mittel gegen Skorbut, auf seinen Schiffen wurden die Matrosen zum Verzehr von Sauerkraut verpflichtet. Wenigstens Hinweise auf zusätzliche Nahrungsbestandteile bemerkte 1884 LUNIN im Laboratorium von BUNGE in Dorpat, als er Ratten zwar allein mit Milch am Leben erhalten konnte, nicht jedoch mit einem Gemisch aus den damals als allein notwendig betrachteten Nahrungsstoffen Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten. Milch mußte zusätzliche Nahrungsbestandteile enthalten. Etwas später wurde die Notwendigkeit von Spurenstoffen in der Nahrung, die von Vitaminen, bewußt.

Es ist teilweise nicht möglich, einen Entdecker oder gar Begründer einer umfassenderen Theorie von seinen bekannt gebliebenen "Vorläufern" zu lösen. Wer fand die Evolutionstheorie? Es gibt eine ganze Anzahl von "Forerunners" von DARWIN (B. GLASS et al. 1959). Mancher bereitete den Boden für die Akzeptierung der **Deszendenztheorie** durch DARWIN durchaus vor. Als verkannt wurde LAMARCK bewertet, der 1809 eine Evolutions-Hypothese veröffentlichte. In den folgenden Jahrzehnten blieb LAMARCKs Hypothese durchaus bekannt, wurde aber wegen vermeintlich gegen sie sprechender Sachverhalte jedoch meistens abgelehnt. Auch hatte LAMARCKs Autorität wegen mancher anderer nicht haltbarer Gedanken, so der Zurückweisung von LAVOISIERs Chemie, gelitten. LAMARCKs erneute Ehrung mit der Errichtung eines Denkmals im Jardin des Plantes beim Muséum d'Histoire in Paris 1909 (D. KEILIN 1960) muß auch auf dem Hintergrund von Frankreichs Bestreben gesehen werden, die 100-jährige Wiederkehr der Veröffentlichung von LAMARCKs "Philosophie zoologique" der Ehrung des Engländers DARWIN zu dessen 100. Geburtstag entgegenzustellen. Auch LIEBIGs Lehre von der Pflanzenernährung baute auf zahlreichen vorhandenen Erfahrungen auf, aber er hat "diese einzelnen Thatsachen ihrer ganzen Tragweite nach erkannt, das Richtige vom Unrichtigen gesondert, das Zerstreute gesammelt und zu einem grossen, in allen seinen Theilen harmonisch gegliederten Bau geordnet ..., er steht als der grosse Architekt" (STOHAMNN 1874, S. 476). Der US-amerikanische Chemiker GILBERT NEWTON LEWIS, der wesentlich zum Verständnis der chemischen Bindung auf Grundlage der Atomvorstellungen nach BOHR mitwirkte, meinte ähnlich: "Science has its cathedrals, built by the efforts of a few architects and of many workers" (zit. aus J. H. HILDEBRAND 1958, S. 223). A. N. WHITEHEAD sagte (Zitat aus G.DE BEER 1962, S. 338):

"Everything of importance has already been said by someone who did not discover it." Der Physiker WILLIAM LAWRENCE BRAGG, also der jüngere BRAGG, sagte von denen, welche sich beim Bekanntwerden einer neuen Entdeckung plötzlich als Vorläufer outen, daß sie vielfach durchaus im Recht sind, aber eben ihr 'wissenschaftliches Kind', ihre Idee also nicht geboren haben, weil sie nicht besaßen "the art, the confidence, the enthusiasm and vitality" ihre Erkenntnis so vorzustellen, daß es "a living impact on the world of science." Wer nicht vergessener und nutzloser Vorläufer sein wolle, dem riet BRAGG sich nicht vor dem Publizieren zu scheuen, denn wir schrieben unsere papers nicht für Gott oder "a committee of archangels", sondern für unsere Zeit, als Anregung für das gegenwärtige Voranschreiten der Wissenschaft. Hat ein "paper" nicht "an immediate effect, it will almost certainly play no part at all in the progress of science and might as well never have been written (zit. aus M. PERUTZ 1970, S. 152). Es sei denn ein Wissenschaftshistoriker gräbt es noch einmal wieder aus - um einen unbekanntem Vorläufer zu rehabilitieren.

Niemals, meinte G. CANGUILHEM 1979 (S. 35), habe sich in seiner Zeit jemand nur als Vorläufer eines anderen gesehen. Betrachte man eine historische Persönlichkeit nur als Vorläufer anderer, verbaue sich der Historiker leicht die Möglichkeit, ihn in seinem Eigenwert, in seinen originalen Gedanken zu sehen, zu bewerten und zu schätzen. G. CANGUILHEM warnte (1979, S. 35): "Der Begriff des Vorläufers ist ein sehr gefährlicher Begriff für den Historiker."

Allerdings gab es wohl doch auch Wissenschaftler, die, so wie in der Bibel JOHANNES der TÄUFER, sich als "Vorläufer" des kommenden Messias sah, sich selbst als bahnbrechende Vorläufer kommender Erkenntnisse einschätzten und sahen, daß sie nicht selbst schon ein fertiges Gebäude errichtet hatten.

Aber niemals ist die Wissenschaft stehengeblieben, insofern ist jeder Entdecker ein "forerunner". DARWIN war insofern ein "forerunner" für die Evolutionstheorie des 20. Jh. Sicherlich ist "Vollendung" bei dem einzelnen Forscher sehr verschieden.

Aber nach manchen und vielen Vorläufern, die manches sehen und versuchen zu formulieren, kommt dann manchmal einer, der den Durchbruch erzielt, so wie es DARWIN für die Rätselfrage nach der Entstehung der Arten war oder ROBERT KOCH für die Bestätigung der von manchen gemachten Beobachtungen von Mikroben im Blute Erkrankter (H. MÜLLER 1929).

Wenn eine alte, einmal geäußerte Idee sich später bestätigt, sollte man prüfen, ob hier wirklich eine "geniale" Vorwegnahme des Kommenden getätigt wurde oder unter mehreren Ideen zu einem Sachverhalt sich eben dann eine als richtig herausstellte. Wenn jemand eine Idee ohne tiefere Begründung liefert, dann kann er auch rein zufällig das Richtige treffen - so wie der faule Student bei großem "Glück" bei der multiple choice-Prüfung.

### **Forscher im "Vorhof" von anderen vorangebrachter Entdeckungen**

Mancher Forscher und auch Techniker gelangte bis nahe an Entdeckungen, die er selbst nicht vollenden konnte. Es erschien fast so, wie gemäß der Bibelerzählung MOSES zwar das gelobte Land für das von ihm geführte jüdische Volk von fern erblickte, aber vor dessen Betreten starb. Mancher Forscher erlebte aber noch frisch, wie andere das von ihm betretene Gebiet weiterführten und manche, nicht alle, ärgerten sich über ihre nunmehrige herabgesetzte Stellung in der wissenschaftlichen Entwicklung.

Denkt man **Infektionskrankheiten** so erscheint die Gestalt von ROBERT KOCH als Heroe. Das war er sicherlich. Aber manche Mediziner der Vergangenheit waren der Erkenntnis vom Zustandekommen bestimmter Epidemien nahegekommen. Das galt auch für das Wissen um die Faktoren für den Ausbruch von **Malaria**. Der bis zu seinem Tode 1720 in Rom wirkende GIOVANNI MARIA LANCISI, Leibarzt mehrerer Päpste, wußte von dem bevorzugten Auftreten von Malaria in sumpfigen Gegenden, ja stellte auch Mücken damit in Verbindung. LANCISI empfahl auch die Entwässerung gefährlicher Sumpfbereiche. Auch andere brachten Malaria mit Wasser, mit Sumpf in Verbindung. Erst nahe dem Ende des 19. Jh. wurde nachgewiesen, daß bestimmte Mücken, Mosquitos, die Überträger der Malaria-Erreger sind. Mit dem Wissen wurde noch mehr die Bekämpfung der Mosquito-Vermehrung vorangetrieben und etwa das verseuchte wundervolle Adria-Hafenstädtchen Rovigno/Rovinj an der Adria von der Geißel weitgehend befreit.

Bei denen, welche im Falle von Epidemien und etwa der Malaria sich schon auf dem richtigen Pfad der Erkenntnis befanden, setzten die einst **verfügbaren Mittel** eine **Grenze** für Beweise.

In anderen Fällen haben Leute eine wegweisende Idee nicht weiterverfolgt, weil sie die Wichtigkeit nicht sahen. Eine trotz vorhandener Kenntnisse von einem

Freund vollendete Entdeckung ist der **Augenspiegels** (H. RAMSER 1989). Der Physiologe ERNST BRÜCKE hatte das Leuchten der Augen bei Katzen erklärt, HELMHOLTZ kam beim Weiterberfolgen dieser Forschung 1850, als er in einer Vorlesung das Augenleuchten erklären wollte, auf die Idee, das Licht so in ein Auge einfallen zu lassen, das es zum Beobachter zurückkehrt und der den Hintergrund des beleuchteten Auges sieht - eine revolutionäre Entdeckung für die Augenheilkunde. HELMHOLTZ hat "stets sehr bescheiden" (H. RAMSER 1989, S. 353) von seiner Entdeckung des Augenspiegels gedacht und sich gewundert, daß erst er ihn konstruierte. Auch bei den **Transmittern**, von Nervenenden auf die Erfolgsorgane, also Muskeln, freigesetzte Stoffen gab es den ideenliefernden Vorläufer und jene, die es bewiesen. Der englische Physiologe THOMAS RENTON ELLIOT (H. H. DALE 1961) sah um 1904 Parallelismus in der Wirkung des Sympathicus-Nerven und der Substanz Adrenalin. Er dachte daran, daß an Enden des Sympathicus-Nerven vielleicht Adrenalin freigesetzt wird, daß also Nerven auf ihre Erfolgsorgane durch chemische Signalstoffe wirken. Jedoch andere, LOEWI und DALE blieb vorbehalten, "Transmitter" nachzuweisen - und wurden Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin im Jahre 1936. LOEWI hatte sich um 1900 bei ELLIOT aufgehalten, mit ihm Gedankenaustausch gepflegt und Anregungen bekommen, die er dann ausbaute. Er hat diese Anregung durchaus anerkannt.

Als ein Vorläufer wird auch der Engländer Sir ARCHIBALD E. GARROD (1902) (U. LANGENBECK 1980) geehrt, der mit der **Alkaptonurie** eine erbliche Stoffwechselstörung beschrieb und dessen weitere Beachtung zur früheren Anerkennung der Erbanlagen (Gene) als Enzymproduzenten hätte führen können.

Offensichtlich unter ihm angeblich weggenommenen Entdeckungen hat der wohl zu ehrgeizige Physiker LENARD (CHR. 1985). Hoch geehrt und 1905 mit 43 Jahren einer der frühesten Nobelpreisträger, für Physik, konnte er sich nicht beruhigen, daß letztlich mit vor allem von ihm erdachten Apparaturen THOMSON die Elektronen nachwies und RÖNTGEN die später nach dem Entdecker benannten "Röntgenstrahlen" fand. LENARD sprach stets nur von "Hochfrequenzbestrahlung". Schließlich habe er RÖNTGEN Entladungsröhren besorgt. Erwähnt hätte RÖNTGEN das nicht. Auch für den Aufbau des Atoms aus lauter 'Leere' war er Vorläufer, aber RUTHERFORD hat es eben erwiesen. Fühlte sich LENARD eben immer so als verkannter "Vorläufer", dem ein



"Lenard-Fenster" an der Entladungsröhre zur Namenskonservierung nicht ausreichte, daß er auch darum HITLER anhing und eine "Deutsche Physik" zu begründen suchte, eine, welche moderne Theorien ablehnte?

'**Bestohlen**' fühlte sich viel später auch der Biochemiker CHRAGAFF, um seinen Anteil am Weg zur Aufklärung der Vererbungssubstanz DNS.

Wer nicht gerade auf einem isolierten Außenseitergebiet arbeitet wird wohl stets mit vielen konfrontiert, die auch Erfolge haben. Der Molekularbiologe und Mitaufklärer der DNS-Struktur JAMES D. WATSON bekannte 2003 (S. 171): "Nach der Entdeckung der DNS-Struktur waren wir glücklich - aber nicht lange." Denn, im Satz vorher: "Die wenigen Momente des Glücks muss man sich mit vielen Momenten der Angst erkämpfen."

### **Zusammenwirken verschiedener Forscher bei dem Ausbau von Entdeckungen**

Eine Entdeckung neuer Phänomene konnte oft vom Entdecker selbst nicht bis in alle Konsequenzen verfolgt werden und um ein durch eine Entdeckung eröffnetes Gebiet zu erschließen, bedurfte es verschiedener Forscher und Forschergruppen, mit teilweise unterschiedlicher Spezialisierung. Wie WALTHER GERLACH (1976, S. 37) für Entdeckungen in der Physik ausführte: "Die wissenschaftliche Bedeutung einzelner Entdeckungen liegt nicht im ersten Schritt in das Neuland", sondern in der weiteren Auswertung. PLANCKs Wirkungsquantum wurde erst durch EINSTEIN in seiner vollen Tragweite bewußt. RÖNTGENs Entdeckung der nach ihm benannten Strahlung blieb ein "interessantes Einzelergebnis bis Laue die Natur dieser Strahlen klärte."

Unf in der Technik, in der Produktion materieller Güter, von Autos, Fahrrädern, Haushaltgeräten - hier gibt der **Ersterfinder oft nur einen Anstoß**: "Einige wenige prinzipielle Erfindungsakte geben zuweilen einen neuen Anstoß. Das Meiste geschieht im Entwickeln schon vorhandener Erfindungen, den ständigen Verbesserungen und weiteren Ausnutzungen. Alles wird anonym." (K. JASPERS 1955, S. 104).

Unterschiedliche Forscher mußten zusammenwirken bei der Auffindung des **antirachitischen Vitamins D** (A. BUTENANDT 1960). Nach Vorarbeiten anderer hatte der Physiologe ALFRED HESS in New York um 1925 gefunden,

daß Bestrahlung von Nahrung für Ratten mit UV-Licht bewirkt, daß diese Nahrung antirachitisch wirkt. Es wurde auch deutlich, daß das bewirkende UV-Licht zu dem vom Ergosterin absorbierten Spektrumsanteil gehört. HESS wandte sich nun an den damals besten Kenner der "Sterine", den 1915 nach Göttingen berufenen ADOLF WINDAUS und lud ihn nach New York ein. WINDAUS bedurfte andererseits auch des Physikers, und als solcher half ihm der Kollege R. W. POHL in Göttingen. WINDAUS erwies dann, daß das in kleinster Menge etwa im Cholesterin vorhandene Ergosterin als "Provitamin" durch das UV-Licht in wirksames antirachitisches Vitamin verwandelt wird. Den Nobelpreis, 1928 für Chemie, erhielt dann WINDAUS, aber andere waren an dem Ergebnis ebenso beteiligt.

Bei solchen Beispielen notwendigen Zusammenwirkens verschiedener Forscher erscheint es nötig, daß ein Forscher nicht nur zur Sicherung seiner Priorität seine ihm neu erscheinenden Gedanken den anderen Wissenschaftlern **nicht lange vorenthalten** soll, bei aller Abscheu vor zu vielen unausgereiften Arbeiten. Der Physiker WALTHER GERLACH (1936, S. 730) überlegte, daß eine Bekanntgabe auch noch unausgereifter Gedanken andere zum Mitdenken, zur Erweiterung veranlassen kann und die Mitteilung "soll um so früher erfolgen, je wichtiger der Gegenstand erscheint." Auch Unvollendetes kann anderen Anregung bieten und "Heraus mit den Ideen" kann den Fortgang der Wissenschaft wesentlich beschleunigen. Bei einem nach allen Seiten zu durchforschenden und nachzuprüfenden Problem sollten gemäß MAXWELL (zit. bei W. GERLACH 1936, S. 730) "so viel Menschen als nur möglich instand gesetzt werden, der Beweisführung zu folgen."

### **Große Theorien als entstanden aus den Einzelarbeiten anderer**

Manche großen wissenschaftlichen Leistungen, umfassende Theorien, waren nicht in erster Linie Ergebnis eigener Untersuchungen eines Forschers, sondern die **Zusammenfassung der Erfahrungen und Entdeckungen** mehrerer oder gar zahlreicher **anderer**. So hat LAVOISIER sein neues chemisches theoretisches Gebäude unter Verwertung auch der Ergebnisse einer beträchtlichen Anzahl anderer Chemiker errichtet. Priestley in England hatte Sauerstoff entdeckt und gab damit LAVOISIER eine wichtige Anregung und CAVENDISH fand, daß der von ihm gefundene Wasserstoff beim Verbrennen die Glasgefäße beschlägt, offensichtlich mit Wasser, was LAVOISIER neben

dem eigenen Befund derselben Erscheinung Anlaß gab Wasser zu zerlegen und damit dessen Element-Natur endgültig zu widerlegen. Den Begriff der "**katalytischen Kraft**" und damit der "Katalyse" prägte J. J. BERZELIUS 1834/1835 auf Grund der Erfahrung zahlreicher anderer chemisch arbeitender Naturforscher, die Reaktionen gefunden hatten, die nur abliefen, wenn bestimmte Stoffe anwesend waren, die sich bei der Reaktion nicht verbrauchten (A. MITTASCH 1936). So wenn gemäß DÖBEREINER fein verteiltes Platin, Platinmohr, die Entzündung von Wasserstoff mit Luft / Sauerstoff und die Oxydation von Alkohol zu Essig zuwegebringt. CHARLES DARWIN beschrieb seine Vorstellung von Evolution der Organismen , zuerst zusammenfassend 1859, hauptsächlich unter Auswertung der Ergebnisse vieler.

In der **Geologie**, in der Erdgeschichtsforschung, wurde der Begriff der **Fazies** in einigen Schritten herausgearbeitet. Fazies, das bedeutet die Existenz verschiedenartiger Ablagerungen der gleichen Zeit. Eigentlich müßte das als selbstverständlich erscheinen. Aber A. G. WERNER hatte angenommen, daß seine sehr regional gewonnenen Kenntnisse über Gesteinsabfolgen erdweit gelten, also in einem erdweiten Urmeer zuerst überall Granit und dann sich wohl auch als gleichartig 'Übergangsgebirge', Schiefer zumal, und dann Flözgebirge darüberlagerten. Auch Katastrophen im Sinne CUVIERs galten vielen als erdweit. entstand. LOUIS-CONSTANT PRÉVOST zeigte 1827 im Pariser Becken befindliche Meer- und Süßwasser-Ablagerungen nicht wie angenommen nacheinander, sondern auch nebeneinander zustandekamen, also 'laterale Äquivalente' sind. Damit entfiel CUVIERs Vorstellung von den plötzlichen Meeresüberflutungen, welche das Süßwasser schnell überwältigten. PRÉVOST etwas verwirrende Terminologie, immer wieder die Verwendung des Begriffs "Formation", stand ihm im Wege.

. Er schrieb von "du synchronisme des formations", von verschiedenen 'Formationen' in derselben Zeit und gleichen 'Formationen' in verschiedenen Epochen. Der Terminus 'Formation' wurde hier also so verwendet, wie später der Begriff 'Fazies' angewendet wurde. In seinem großen Werk über die Sedimente in Nordwest-Deutschland hat 1830 (S. 475) auch

F. HOFFMANN berichtet 1830 (S. 475), daß er die "Glieder" der großen Gruppen der (Sediment-)Gesteine in Nordwest-Deutschland "nicht überall gleichförmig in der angegebenen Ordnung" wiederfindet. 1842 hat BERNHARD COTTA bemerkt (zit. bei O. WAGENBRETH 1964, S. 154): "Es ist denkbar und wahrscheinlich oft der Fall, daß die Schichten einer Zeitepoche

an einem Orte Reste von Bewohnern des Meeres und an einem andern solche des Festlandes oder der Landgewässer enthalten; ..." COTTA schrieb von Parallelfaltungen oder **Äquivalenten**, auch nicht gerade sehr klaren Begriffen. So war es denn der Schweizer AMANZ GRESSLY, der mit dem klaren **Begriff der "Fazies"** zum Verständnis brachte, was andere eher gefühlt als definiert hatten. Vorher war es gesehen, auch beschrieben oder besser umschrieben worden, nunmehr aber 'auf den Begriff' gebracht und wurde bald wichtiges Allgemeingut der geologischen Wissenschaften.

### **Die ganz normale Vertiefung der Kenntnisse über denselben Gegenstand**

Was einst nur als Faktum festgestellt werden konnte, wurde mit neuen Methoden vielfach fast selbstverständlich immer mehr vertieft. Um 1888 war es eine bemerkenswerte Erkenntnis bei damals wenigen krankmachende **Bakterien**, daß sie nicht allein durch ihre bloße Anwesenheit in einem Kranken üble Folgen auslösen, sondern sie giftige Stoffwechselprodukte ausscheiden, **Toxine**, welche die Schäden verursachen. 125 Jahre später weiß man, auf Grund ganz anderer Forschungsmethoden, eben viel viel mehr. Das **konnte einst**, um 1888, **nicht herausgefunden werden**. Man kennt im Jahre 2012 (M. E. IVARSSON et al. 2012) nicht nur über 300 Bakterientoxine, man kann sie als Proteine auch in ihrer chemischen Zusammensetzung aufklären und hat ein Bild davon, an welchen Strukturen diese Bakterientoxine an einer Zelle angreifen, an Rezeptoren der Zelloberfläche, in Zerstörung der Plasmamembran, Eingriffe in Enzymprozesse im Zellinneren.

**Einfacher wurde es nicht. Aber verstehbarer, begründeter.**

### **Doppelentdeckungen und dabei meistens trotzdem Unterschiede**

Manche Dinge, fast viele, wurden fast zur gleichen Zeit von verschiedenen Forschern, gleicher oder unterschiedlicher Nationalität, gefunden. Das führte dann oft zu den viel beschriebenen Prioritätsstreitereien. Bestimmte Entdeckungen **lagen "wie in der Luft"**, waren wie "herangereift". Liegen bestimmte Probleme vor, werden bestimmte Fragen debattiert, fühlt sich, eigentlich glücklicherweise, mancher Kopf zum Nachdenken stimuliert.

Bei allen Gemeinsamkeiten in den Doppel- und Mehrfachentdeckungen gibt es meistens auch **Unterschiede**, welche den Wert der verschiedenen Beiträge höher oder niedriger schätzen lassn. Auch fast zeitgleiche fast gleichartige

Experimente können unterschiedlich wirksam sein. Um 1774 haben sowohl der berühmter gewordene britische Chemiker PRIESTLEY wie der französische Pharmazeut PIERRE BAYEN (E. McDONALD 1970, Wikipedia) rotes Quecksilberoxid, Präzipitat, erhitzt. Es entwich ein Gas, wie später gesehen wurde: Sauerstoff. Auch wenn PRIESTLEY es noch richtig deutete, so war konnte er zeigen, daß hier ein identifizierbares Gas entstanden war, das eine Kerzenflamme zum hellen Aufleuchten brachte. BAYEN, der den 'Sauerstoff' auch erhielt, war aber nicht zu der Kerzenprobe gekommen, weil er nicht wie wohl PRIESTLEY eine brennende Kerze in der Nähe stehen hatte und so nahelag, die Wirkung des neuen Gases auf die Flamme zu ergründen. BAYEN andererseits kam von der falschen Phlogistontheorie weg, weil der die Gewichtszunahme von Quecksilber beim leichteren Erhitzen feststellte, während PRIESTLEY ihr weiter anhing, ungeachtet er mit seinem Befund LAVOISIER anregte und dieser die Verhältniss klärte. Aber LAVOISIERS Gesetz von der Erhaltung der Masse war wenigstens angenähert auch von Vorgängern wenigstens vermutet und in St. Petersburg von LOMONOS(S)OW ausgesprochen worden.

Sowohl der deutsche Chemiker LOTHAR MEYER wie der russische Chemiker DMITRI MENDELEJEW das 'Periodensystem' der chemischen Elemente gefunden, aber sind doch auch unterschiedlich weit in den Ableitungen gegangen. MENDELEJEW sagte noch unbekannte chemische Elemente an bestimmten 'Lücken' in dem Periodensystem voraus. Auch über die mögliche räumliche Gestalt der Moleküle organischer Verbindungen kamen zwei Gelehrte fast gleichzeitig zu annehmbaren Vorstellungen, nämlich im Jahre 1874 der damals 23-jährige niederländische Student HENRICUS VAN'T HOFF und der Franzose LE BEL. VAN'T HOFF verfolgte dann die Konsequenzen der Idee, während LE BEL durch schwierige Experimentaluntersuchungen vor allem die Fundierung des Prinzips betrieb (W. OSTWALD 1911).

### **Was die einen fanden andere vertieften - Vom Phänomen zu immer weiterer Erklärung**

Schon einmal gesagt, haben am Anfang oft Phänomene gestanden, welche von einer Generation von Forschern zur nächsten immer weiter vertieft werden konnten, oft durch Anwendung neuer Methoden, neuer Geräte. Es war schon im 18. Jh. bekannt, daß **Leguminosen** wie Klee die Erträge nachfolgender Getreidefrucht erhöhen. Dann wurde in den 1880-er-Jahren ihre Fähigkeit zur

**Bindung des Luftstickoffs** bekannt, und zwar durch Bakterien, an den Wurzeln der Leguminosen und auch freilebender im Boden. Wie machen sie das? Molybdän wurde als ein Bestandteil des zuständigen Enzyms ermittelt und dann dieses. Nunmehr wurde auch das Enzym des umgekehrten Prozesses, der **Denitrifizierung**, der Freisetzung wieder von Stickstoff in die Atmosphäre, aufgeklärt, die Distickstoffmonoxid-Reduktase (S. FEIL 2012) und wurde das Bild vom Stickstoffkreislauf im Ackerboden immer mehr aus seine Ursachen, seine Kausalität, seine Faktoren zurückgeführt.

### **Die Überholung bisheriger Leistung**

Mit dem Aufkommen neuer Forschungsmethoden können bisherige Leistungen, auch wenn mit höchster Präzision zu gewinnen gesucht, überholt werden. Diese Tragik betraf die **gravimetrische Atomgewichtsbestimmung**, wie sie der US-Amerikaner T. W. RICHARDS und der in München wirkende OTTO HÖNIGSCHMIDT bis zur Vollkommenheit ausgearbeitet hatte, als die **Massenspektroskopie** diese Methoden übertraf und dafür mit viel geringerem Aufwand auskam. FREDERICK SODDY erinnerte einmal an die ungeheure Arbeit für die Bestimmung des Atomgewichts bis zur 3. und 4. Dezimale und wie die Entdeckung der Isotope "für das Lebenswerk einer Reihe der hervorragendsten Chemiker eine wirkliche Tragödie bedeuten würde" (L. BIRCKENBACH 1949, S. XLIV), weil nunmehr die Atomgewichte in neuem Licht zu sehen waren.

### **Berücksichtigung oder Nichtberücksichtigung aller auf dem eigenen Fachgebiet tätigen Gelehrten**

Mancher Forscher versucht möglichst viele, im Extremfall möglichst alle zu seinem Thema schreibenden Autoren zu zitieren, um in der Wissenschaftlergemeinschaft zu bestehen und zu vermeiden, einmal schon ausgesprochene Gedanken noch einmal als neu zu präsentieren. Nun ist es gewiß richtig, daß schon Gefundenes nicht noch einmal als neu verkauft werden soll und Plagiat ist ohnehin verpönt. Aber bei der großen Zahl der Forscher sind Parallelarbeiten unvermeidlich. WILHELM OSTWALD (III, 1927, S. 293) spottete über die Gründlichkeit der Philologen, die den Eindruck erweckten, als ob man kennen müsse, was jeder Vorgänger, auch der dümmste, gesagt habe und schob dieses Verhalten auf den Themenmangel bei den Philologen.

### **Doppel-und Mehrfach-Forschung**

Es war nicht selten, daß Wissenschaftler an verschiedenen Orten und unabhängig voneinander sich den gleichen Forschungsgegenständen zuwandten. Oftmals wußten sie zunächst nichts voneinander, und es löste dann bei manchem Forscher Erstaunen aus, wenn bekannt wurde, daß anderswo auch jemand sich mit der eigenen Angelegenheit befaßte und auch annehmbare Ergebnisse erzielte. Es kam dann oft der leidige Streit um die **Priorität** einer Entdeckung. Größte und als erhaben scheinende Gelehrte waren in solche der Nachwelt oft eher als widerlich erscheinenden Prioritätstreitigkeiten verwickelt. Auch CHARLES DARWIN etwa glaubte, daß er sich mit der Ausarbeitung seiner Theorie über die Abstammung der Organismen Zeit lassen kann. Zu seiner Überraschung trafen 1844 und 1859 zwei kurze Arbeiten von dem noch kaum bekannten ALFRED RUSSEL WALLACE ein, der sich zu dieser Zeit in Südost-Asien aufhielt und ebenfalls mit der Umwandlung der Organismen in der Erdgeschichte befaßte. Sogar die Hypothese der Selektion wurde von WALLACE vorgelegt, wenn auch ohne all die Beispiele, mit denen DARWIN meinte, die Leser seiner Schriften von seiner Idee überzeugen zu müssen. Zwischen diesen beiden Forschern wurde jedoch Übereinkunft erzielt. WALLACE erkannte die umfangreichere Arbeit von DARWIN an. DARWIN wiederum schätzte WALLACE. Der letztere schlug dann auch den Terminus "Darwinismus" vor.

MERTON wird zitiert mit "das Phänomen der unabhängigen mehrfachen Entdeckung" ist "in der Wissenschaft eher die Regel als die Ausnahme ..." und bei Lord KELVIN sollen 32 seiner Entdeckungen auch von anderen gemacht worden sein (s. bei A. KOESTLER 1966, S. 109).

In zahlreichen Fällen wissen auch Forscher und Arbeitsgruppen, die eine gleiche Aufgabe angehen, voneinander. Dann tritt oft ein **Wettbewerb** um den Erfolg ein. Das kann der Forschung nur nützen. Die verschiedenen mit der gleichen Aufgabe befaßten Forscher und Arbeitsgruppen nutzen oft unterschiedliche Methoden und in der Biologie auch unterschiedliche Versuchsorganismen. Die Ergebnisse beider Gruppen sind dann von Wert, da das Ergebnis, gewonnen mit etwas unterschiedlichen Mitteln, um so sicherer erscheinen muß.

Den Beteiligten kann ein solcher Kampf um ein Ziel auch Kummer und Enttäuschung bringen. Ein hartes Ringen war der "Kampf um den Südpol" im antarktischen Sommer 1911 / 1912 zwischen dem Norweger AMUNDSEN und dem Schotten SCOTT. AMUNDSEN hatte auf Grund seiner bisherigen Erfahrungen in der Arktis Polarhunde als Zugtiere der Transportschlitten benutzt, SCOTT setzte auf Ponies. Letztere bewährten sich weniger. Auch der Ausgangsort des "Rennens" zum Südpol war bei AMUNDSEN günstiger. Die Enttäuschung von SCOTT und seinen Begleitern, daß sie nur die "Zweiten" am Südpol gewesen waren, hat auf der Rückreise wohl zur Verstimmung beigetragen und den Untergang begünstigt.

Im 20. Jh., in welchem zahlreiche Forschergruppen wirken, sind viele Aufgaben von verschiedenen Gruppen etwa gleichzeitig angegangen worden. Besonders geschah das dann, wenn ein Ergebnis absehbar war. So wurden die weiblichen Geschlechtshormone sowohl von einer Arbeitsgruppe um ADOLF BUTENANDT in Deutschland als auch von einer Arbeitsgruppe von DOISY in den USA angegangen. Ähnlich waren zwei Gruppen, beide in den USA, tätig, um die Hormone die Hypothalamus-Hormone zu isolieren.

### **Die Entnahme des "Besten" aus den verschiedenen "Systemen" und Lehrgebäuden - Eklektizismus**

Manche Wissenschaftler und Philosophen erkannten Teilwahrheiten in den verschiedenen umfassenden Auffassungen an und suchten diese von dem Fehlerhaften zu sondern, gewissermaßen eine neue Synthese aus Teilen anderer Systeme zu errichten. Schon in der Antike, als unterschiedliche Ansichten ausgesprochen worden waren, wählten einige Philosophen aus den verschiedenen "Philosophien", ob von den alten Naturphilosophen, von PYTHAGORAS, PLATO(N) oder ARISTOTELES, ihnen geeignete Auffassungen heraus, was als Eklektizismus bezeichnet wurde. Auch in der Kunst, namentlich der Architektur, wurde versucht, aus verschiedenen Baustilen etwas Neues zusammenzufügen, was oft zum Anblick eines Durcheinander führte. Auf eine Weltanschauung eingeschworene Personen, verspotteten oder verachteten den "Eklektiker" wegen seiner unerwünschten "Neutralität", seiner versuchten Parteiunabhängigkeit, so wie es die marxistisch - leninistischen Philosophen versuchten. Sicherlich kann es eine willkürliche, "prinzipienlose" und "unschöpferische Vereinigung von Bestandteilen logisch widersprechender



Theorien" (Meyers Kleines Lexikon, Leipzig 1968, S. 606) geben. Aber es kann in einer umfassenderen Lehre durchaus richtige und falsche Teile geben und eine überlegte Entnahme des Geeigneten richtig sein. Der gegen die "Systeme" in der Heilkunde kritische TÖLTÉNYI schrieb 1838 (S. XXXII): "Kein einseitiges philosophisches System soll der ärztlichen Theorie die Pfade vorzeichnen. Die Geschichte hat uns hinlänglich belehrt, dass eine jede ärztliche Theorie, welche solche Pfade lief, zuletzt in Nebelgefilde sich verirrt. Man muss vielmehr aus dem vielen Guten, welches einzelne philosophische Systeme gegeben, das Beste zu unserem Behufe erwählen. Ist man aber im Stande, überall das Beste auszufinden, so wird man eine Summe von Perlen beisammen haben, ..." Das Problem bestand darin, das "Beste" zu finden, was bei TÖLTÉNYI das "Gegebene", das Reale" war.

### **Das Unvollendete fast jeder Hypothese oder Theorie, Einschränkungen in der Gültigkeit von Hypothesen und Konzepten**

Es gibt wenige Ergebnisse der Wissenschaft, ob nun Hypothese, Gesetz oder Theorie, die nicht im Verlaufe der weiteren Wissenschaftsentwicklung durch **neue Erkenntnisse verändert, erweitert, auch überwunden** wurden. Eine später aufgegebene Hypothese kann aber die Forschung einmal stark angeregt haben. Deswegen dürfen Forscher nicht nur danach bewertet werden, was sie vielleicht an "ewigen" Werten lieferten, sondern was sie an Anregung boten, wie provisorisch auch immer. So hat eben die **Pangenesis**-(Gemmarien-) Hypothese DARWINs und SPENCERs zu Experimenten angeregt, die zu neuen Vorstellungen über Vererbung führten. Der britische Chemiker DALTON (C. S. SMITH 1968, S. 641/642) hat, Anfang des 19. Jh., aus der **festen Verhältnissen**, mit denen sich chemische **Substanzen**, besonders auch chemische Elemente, miteinander **verbinden**, den 'konstanten' und 'multiplen', abgeleitet, daß den Substanzen kleinste Teilchen, **Atome**, zugrundeliegen. Nicht in festen Verhältnissen verbinden sich Metalle, zu Legierungen, in unterschiedlicher Zusammensetzung und dabei mit unterschiedlichen Eigenschaften. Die Substanzen, die nicht nur aus Metallen bestanden, aber auch Metalle enthalten konnten, waren also anders aufgebaut als Metall-Legierungen, für welche aber die Atomtheorie auch gelten sollte. Auch andere Verbindungen, Sulfide, zeigten wechselnde Zusammensetzung. Zusammensetzung was also nicht alles, was eine Substanz charakterisierte.

Hypothesen über einen komplexen Sachverhalt müssen **nicht sofort alles erklären**. Als ROBERT KOCH 1875, 1882, 1883 **Bakterien** als Erreger etlicher Infektionskrankheiten nachgewiesen hatte, erhob sich der gewiß nicht unberechtigte Einwand, daß damit noch nicht erklärt ist, warum **Seuchen** lediglich zu bestimmten Zeiten und **nicht immerfort** auftreten, denn Bakterien wären doch wohl häufiger vorhanden als Seuchenausbrüche nahelegen. PETTENKOFER brachte dieses Argument namentlich gegen KOCHs **Cholera**-Erreger vor. KOCH antwortete (zitiert nach K. B. LEHMANN 1933, S. 146): "Ich leugne nicht, daß wir nicht alles erklären können, was die Seuchengeschichte lehrt, aber mit Geduld werden wir es schon schrittweise aufklären und dann eventuell unsere einfachen Theorien komplizieren, für den Augenblick müssen wir zufrieden sein! - Pettenkofer will die neu entdeckten Erreger nur als solche anerkennen, wenn sie ihm die Epidemiologie vollkommen erklären. Dies geht zu weit, denn die Eigenschaften der Erreger sind erst unvollkommen bekannt." Manche Krankheitserreger offenbarten manche Besonderheiten, die **das zunächst relativ einfache Bild komplizierten**. Selbst manche sich rasch ausbreitende Krankheiten, für die sogar ein Erreger nachgewiesen war, konnten nicht experimentell von einem erkrankten auf einen gesunden Organismus übertragen werden. Es fand sich, daß manche Erreger eine Passage durch ein anderes Wirtstier, etwa ein Insekt, einen "Vektor", durchlaufen müssen, um auf einem Wirbeltier zu schaden. Selbst die **Pest** wird außer im Falle der Lungenpest durch Rattenflöhe verbreitet, was der Spanier SIMOND 1897 in Indien feststellte (S. WINKLE 1997). In Nordamerika, in New York, gab es 1916 einen Ausbruch der für nicht wenige Betroffene zur lebenslangen Lähmung führenden **Poliomyelitis** (Kinderlähmung). Diese Epidemie trat auf, nachdem diese Stadt bisher die niedrigste Rate an Kindersterblichkeit hatte und betraf gerade auch gutgestellte Familien in sauberen Wohnverhältnissen (N. ROGERS 1989). Es ergab sich, daß Kinder in guten Verhältnissen meistens vor einer Infektion im frühen Kindesalter geschützt sind, dann, wenn sie nur leicht erkranken würden und somit gegen das Poliomyelitisvirus Immunität ausbilden. Ältere Menschen erkranken bei einer Infektion schwerer. Vor älteren Kindern konnten die den Erreger übertragenden Fliegen aus den Armenvierteln nicht völlig ferngehalten werden. Auch in Skandinavien erschien dann die Poliomyelitis erst in in den 70er und 80er Jahren des 19. Jh. Plötzliches Auftreten von **Fleckfieber** ließ sich auf einmal daran Erkrankte zurückführen, die an manchen Körperstellen Erreger latent in sich trugen, die bei plötzlichem Streß, etwa Mangelernährung, also in Krieg und

Gefangenschaft, reaktiviert wurden. Waren Fleckfieber übertragende Läuse vorhanden, konnte so plötzlich und fast unerklärt von Einzelpersonen aus eine Epidemie ausbrechen (H. FELDMEIERS 1999). Die *Leishmania donovani*, der Erreger der **Kala-Azar-Krankheit**, kann trotz erfolgreicher Behandlung symptomlos im Körper weiter weiterexistieren und erwacht wieder etwa bei Ansteckung mit Aids (HIV) (H. FELDMEIERS 1999). Bei vielen Krankheiten war also mehr zu beachten als eine einfache Übertragung von Erregern. Erreger konnten auch geschwächt werden und mit ihnen konnten Gesunde immunisiert werden, das Prinzip der aktiven Impfung.

Hypothesen und Konzepte wurde **anfangs** manchmal eine viel **größere Gültigkeit** zuerkannt, als zulässig blieb. Die Bedeutung seiner Hypothese zu übertreiben, mag ein "Recht" eines genialen Entdeckers sein und seine wissenschaftlichen Nachfolger können **korrigieren**. Die "Resistenz" gegen Infektionskrankheiten führte I. I. METSCHNIKOFF auf die **Phagozytose** durch die weißen Blutkörperchen zurück und es schien auch alle Immunität damit erklärt zu sein. Das aber ließ sich bei aller weiteren Anerkennung der Rolle der Leukozyten so nicht aufrechterhalten und wurde mit der Erforschung der "Antikörper" korrigiert. Bei der Würdigung der Verleihung des Nobelpreises für Physiologie und Medizin an ELIAS METSCHNIKOFF im Jahre 1908 aber wurde von seiner Forschung zu recht geagt (K. A. H. MÖRNER 1909, S. 28): "selbst wenn es sich zeigt, dass andere Momente eine mehr unmittelbare Bedeutung in dieser Lehre haben, die reichen tatsächlichen Beobachtungen, welche hinsichtlich der Bedeutung der Zellen für das Problem der Immunitätslehre bereist gemacht worden sind, dennoch einen hohen und bestehenden Wert behalten werden".

Immer einmal wieder anders wurde das Bild der **Zuckerkrankheit** (Diabetes). Sie galt einmal als Ergebnis von ungenügender Insulin-Produktion in der Pankreas (Bauchspeicheldrüse). BANTING und MC LEOD erhielten 192 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin für die Herstellung und Anwendung Insulinpräparaten, was der Diabetes schien ihren Schrecken genommen zu haben. Aber Insulin kann nicht über viele Jahre ohne Folgen gegeben werden und viele bekommen Augenschäden sowie brandige Gliedmaßen. Und wie sich nach Jahrzehnten herausstellte, ist die "Altersdiabetes" nicht durch Insulinmangel bedingt, sondern durch fehlende Rezeption des Hormons. Das Bild von der Diabetes hatte sich also wesentlich kompliziert.

### **Wechsel der Ansichten bei dem einzelnen Wissenschaftler, Recht ("Menschenrecht"?) auf Irrtum**

Mit dem Fortgang der Kenntnisse, auch unter dem Eindruck neuer Fakten, ändert nicht nur die Wissenschaftlergemeinschaft, sondern auch der einzelne Forscher seine Ansicht, muß sie ändern. Mancher mußte eine vehement von ihm vertretene Ansicht eines Tages doch aufgeben, manchmal sogar durch eigene Forschung. Der Naturforscher wird bei einem Widerspruch zwischen den Tatsachen und der Theorie kaum mit HEGEL sagen, daß dies um so schlimmer für die Wirklichkeit ist. So hatte der Chemiker J. LIEBIG zuerst gemeint, daß Mineraldünger schwer löslich sein sollten, damit sie im Boden nicht durch die Niederschläge weggeschwemmt werden. Aber die Pflanzen konnten schwer lösliche Dünger nicht aufnehmen. Der britische Agrarwissenschaftler WAY zeigte dann, daß die Düngesalze gar nicht so leicht weggeschwemmt werden, da die Ton- und Humusteilchen des Bodens die Salze (später: "Ionen") binden. LIEBIG mußte seine Ansicht über die von Düngesalzen zu fordernden Eigenschaften ändern - eine völlig akzeptable, LIEBIGs Ehre nicht abwertende Korrektur.

**Moralisch zweifelhafter** ist es, wenn Wissenschaftler unter dem Eindruck äußerer Umstände und in offensichtlichem Blick auf die Karriere bisher vielleicht vehement vertretene Ansicht verwerfen. Nach dem Ende des HITLER-Staates haben sich fast alle Anhänger der nationalsozialistischen Rassenlehre "gewendet", teilweise abgeleugnet, was sie vorher vertraten. Kaum jemand schlug sich verzweifelt wegen seiner Irrtümer an die Brust. Mancher meinte gar, er habe eben "Unvermeidliche" gesagt, um "Schlimmeres" zu verhüten und niemandem "geschadet". Dieses sich nach 1989 wiederholende Bild hat der Wissenschaft so von ihrem Ruf gekostet. Von den der nationalsozialistischen Rassenlehre verpflichteten Anthropologen hat etwa O. VERSCHUER manche Wendung vollzogen, die seine moralische Integrität bezweifeln lassen. Viele Juden boten nun gewiß keinen Anlaß, ihre intellektuellen Fähigkeiten zu bezweifeln und sie abzuwerten, aber VERSCHUER (1941, S. 125) argumentierte, daß "gänzlich unabhängig von Erwägungen über die Hoch- und Minderwertigkeit einer uns fremden Rasse ..." jede "Einkreuzung einer fremden Rasse in ein Volk ... zur Veränderung der biologischen Voraussetzungen für die Eigenart dieses Volkes und seiner Kultur" führt und Fremdeinkreuzung zu unterbinden ist. Neben der die erblich Kranken

an der Fortpflanzung hindernden "Erbbpflege" plädierte VERSCHUER für die "Rassenpflege", den Schutz der Deutschen vor der Einkreuzung "Fremdrassiger". Was die Beseitigung Erbkranker betraf, so verkündete VERSCHUER 1944, als die deutsche Niederlage sich abzeichnete, in einem Vortrag vor der Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin, daß es im Erbgang so viele Unregelmäßigkeiten gibt, daß man bei der Beurteilung der Erblichkeit von Merkmalen vorsichtiger sein muß, ja daß (S. 24) "Erbgut und Rasse ... vielfach zu sehr im Sinne eines materialistischen Determinismus - als einzige Quelle aller Lebensleistung, auch im Geistigen, im besonderen für Kultur und Geschichte angesehen" werden. Die menschliche Erkenntnis aber habe schließlich Grenzen, und er meinte (S. 19): "kann dem eigenen Leben auch bei schwerem Erbfehler noch hoher Wert und tiefer Sinn gegeben werden" (Unterstreichung im Original). Für die Opfer der "Erb- und Rassepflege" kam diese Einsicht teilweise zu spät. Im Jahre 1962 (S. 175) meinte VERSCHUER, seit 1951 Ordinarius für Humangenetik an der Universität Münster, zur Heirat zwischen Menschen verschiedener Völker und Rassen : "Der Genetiker kann zu diesem im Gange befindlichen Vorgang nur sagen, daß - im Gegensatz zu früheren Auffassungen - die zunehmende Vereinheitlichung der Menschheit keine Gefährdung des Erbgutes im Sinne einer "Degeneration" bedeuten würde." Wieviel an auch gefährlichen unterschiedlichen Meinungen darf ein Forscher wechselweise verkünden, um unkaubwürdig zu werden, wobei bei VERSCHUER hinzukommt, daß ihm sein Assistent MENGELE Augen von im KZ Auschwitz umgebrachten Zwillingen-Kindern zugesandt hatte und VERSCHUER beschuldigt wurde, von der Herkunft des Materials gewußt zu haben (MÜLLER-HILL 1985). Am 29. September 1968, dem Jahr der Studentenunruhen, wurde VERSCHUER von einem Auto angefahren und wachte bis zu seinem Tode am 8. August 1969 nicht aus dem Koma auf (F. LENZ 1970), was für ihn persönlich, jedoch nicht für die beurteilenden Nachfolger die Verantwortung eines sich als maßgeblich darstellenden Wissenschaftlers löste. Waren die Kenntnisse VERSCHUERs so großartig, daß er unersetzlich war?

Zur Anwendung zahlreicher moderner Waffen, etwa der Kernwaffen, kann es möglicherweise keinen zu überlebenden Irrtum, keine Korrektur geben!

### **Wechsel der Hypothesen über denselben Gegenstand in der Zeit**

Derselbe Sachverhalte wurde oft in den verschiedenen Zeiten unterschiedlich hinsichtlich seiner Zusammenhänge und seiner Ursachen gesehen. Das Festhalten an vorhandenen Ideen wurde manchmal jedoch für ebenso wichtig gehalten wie neuartige Betrachtung derselben Sachverhalte. E. MACH schrieb (1903, S. 259): "Zu große Nachgiebigkeit gegen jede neue Tatsache läßt gar keine feste Denkgewohnheit aufkommen. Zu starre Denkgewohnheiten werden der freien Beobachtung hinderlich".

### **"Forschungsprogramme" als Grundlage der Entwicklung in der Wissenschaft - IMRE LAKATOS**

Auch LAKATOS' ging von der Frage aus, wie sich als 'wissenschaftlich' zu bezeichnende Erkenntnis von Aberglauben, Ideologie oder Pseudowissenschaft unterscheidet. Zustimmung fand immer wieder manche Religion oder Ideologie, und zwar stärker als manche wissenschaftliche Theorie.

LAKATOS sieht den Unterschied zwischen außerwissenschaftlichen und wissenschaftlichen Aussagen als nicht so groß, da in der Wissenschaft Theorien akzeptiert würden, die nicht bis ins letzte auf ihre 'Wahrheit' hin überprüft werden oder überprüft werden können, die jedoch dennoch anerkannt werden, um eben eine Welterklärung zu haben. Weder würden diese Hypothesen so formuliert, daß ihre Widerlegung im Sinne POPPERs möglich ist, noch würden 'Anomalien' immer und rasch zur Skepsis gegenüber einmal anerkannten Theorien führen. Wissenschaft besteht demnach aus Konvention. Es gibt 'Forschungsprogramme', in deren Rahmen sich einiges erklären ließe. Die Bereitschaft, etwas einigermaßen Überzeugendes anzuerkennen, beruhe auf der psychischen Neigung des Menschen nach einer Erklärung der Dinge. Das "Für-richtig-Halten, Überzeugungen, Verstehen sind Zustände des menschlichen Bewußtseins" (1982, S. 1). Nachdem im 18. Jh., nach den verheerenden Kriegen im Namen religiöser Überzeugungen, an der Religion prinzipielle Zweifel geäußert wurden, sollte die Wissenschaft "eben die Gewißheit erreichen, die der Theologie versagt blieb" und in diesem Sinne wurde nach Gewißheit in der Wissenschaft gesucht und diese notfalls postuliert. "Wissenschaftler", schrieb LAKATOS (1982, S. 3) "haben eine dicke Haut. Sie geben eine Theorie nicht lediglich deshalb auf, weil Tatsachen ihr widersprechen". Theorien, 'Forschungsprogramme' besitzen nach der Ansicht von LAKATOS einen **"harten Kern"**, der möglichst unangetastet bleiben muß, und einer 'elastischen' **"Schutzzone von Hilfhypothesen"**, die Einwände abfangen und die Theorie

modifizieren, ohne sie restlos einschließlich ihres 'harten Kerns' aufzugeben. Mit dem 'Wachstum der Wissenschaft', also der Entstehung recht abstrakter Theorien, sollte es immer schwieriger geworden sein, daß empirische Evidenz sich durchsetzte, um eine Theorie zu fällen.

Als erstes großes Forschungsprogramm sah LAKATOS die Theorie von NEWTON an. Wegen zahlreicher Anomalien, also fehlender Übereinstimmung mit Beobachtungen, hätte die Auffassungen NEWTONs aufgegeben werden müssen. Eine seinerzeit unerklärte Anomalie war beispielsweise, daß die "Schwänze" der Kometen von der Sonne weggewandt sind, während die Sonne Materie hätte anziehen müssen. Ungeachtet dieser Einwände aber hätten die meisten Gelehrten an NEWTONs Auffassungen festgehalten, in der Erwartung, vermeintliche Abweichungen auch auf seiner Grundlage einstmals erklären zu können. LAKATOS verwies auch auf die 'Marxisten', die Fehlprognosen nicht zum Anlaß nahmen, die marxistische Lehre aufzugeben. Vielen sogenannten Marxisten wurde wohl niemals klar, daß es eben keine Lehre von MARX oder seinen Anhängern gibt, die nur insgesamt richtig oder insgesamt falsch sein konnte, sondern eine größere Anzahl von Aussagen, die unabhängig voneinander zu widerlegen oder auch zu bestätigen waren. Andererseits würde auch der liberale und demokratische Westen manche Erörterungen zur "Pseudowissenschaft" erklären und nicht zulassen, so Untersuchungen, selbst sachliche, über 'Rasse und Intelligenz'. LAKATOS will die Akzeptierung der unzureichend der 'Wahrheit' entsprechenden Auffassungen nicht unbedingt billigen, sondern eben die Skepsis gegen alles und jedes an Auffassungen wecken (I. LAKATOS 1982, S. 1). "Blinde Überzeugtheit von einer Theorie", schreibt er wohl gerade auch seinen im Sinne einer Ideologie 'erzogenen' ungarischen Landsleuten als Mahnung, "ist keine geistige Tugend, sondern ein gesitiges Vergehen". Dieses 'Vergehen' wäre nach allen Darlegungen von LAKATOS jedoch das Normale in der Wissenschaft.

Für vieles bei LAKATOS spricht vieles in der Entwicklung der Wissenschaften. Gegen KEKULÉs und anderer Chemiker Annahme von **festen Wertigkeiten** der chemischen Elemente wurden die zahlreichen Beispiele abweichender Wertigkeit angeführt, die wenigstens für die anorganischen Substanzen den Begriff der Wertigkeit fast obsolet machten. Aber insgesamt blieb die Vorstellung, bei vielen Modifikationen etwa durch ALFRED WERNER, ein zentraler Begriff der Chemie. Während die **Evolution** der Organismen von den meisten Biologen seit DARWIN kaum mehr restlos in Frage gestellt wurde, gab

es hinsichtlich der Einzeldinge, so der Abläufe und namentlich der Kausalität der Evolution, zahlreiche Hypothesen. Auch, wenn noch von "der" Evolutionstheorie gesprochen wird, muß man sich bewußt sein, daß es zahlreiche Varianten gibt.

LAKATOS läßt darüber nachdenken, wie stark eben Einwände gegen eine bestehende Auffassung berücksichtigt werden und sieht wenigstens viele **Gelehrte ebenso oder noch 'konservativer'** als bei KUHN übernommenen Auffassungen die Treue halten.

### **Sinnvolle Konsequenz bei der Verfolgung wissenschaftlicher Forschungsprogramme**

Es erscheint sinnvoll, daß eine auf einer einigermaßen ergiebig erscheinenden Hypothese durchgeführtes Forschungsprogramm solange weitergeführt wird, bis sichere Grenzen offensichtlich werden und dann sichtbar wird, wann neue Wege zu beschreiten sind. Immer wieder von neuen Hypothesen und Annahmen auszugehen, kann zu einem Wirrwarr zu vieler unbestätigter Ansichten führen, aus denen sich keine einigermaßen faßbare Einsicht ergibt. Erst dann, wenn eine sich weithin als brauchbar erweisende Ansicht nach ihren verschiedensten Seiten hin geprüft wurde, sollte sie verworfen werden. NIELS BOHR sagte (nach W. HEISENBERG 1969, S. 157): "Es ist in der Naturwissenschaft immer eine gute Politik, so konservativ wie möglich zu sein und nur unter dem Zwang sonst unerklärbarer Beobachtungen Erweiterungen vorzunehmen".

Wenn die Physiologen der physikalischen Schule in Deutschland ab der 40-er Jahre des 19. Jh. versuchten, möglichst konsequent alle Lebenserscheinungen auf Physik oder Chemie zurückzuführen, nur dann war es möglich, einmal ein Urteil zu fällen, ob der mechanistischen beziehungsweise der physikalisch-chemischen Auffassung vom Leben ein Wert zukommt oder in welcher Weise diese Auffassung doch noch ergänzt werden muß. Mit einer fortdauernden und wechselnden Diskussion über das Vorhandensein einer 'Lebenskraft' wäre kaum ein wissenschaftlich befriedigendes Ergebnis erreichbar gewesen. Wenn JACQUES LOEB zu beweisen suchte, daß sich die Lebensvorgänge mechanisch und chemisch relativ einfach erklären lassen, dann war das einmal ein richtiger Ansatz, denn, wie R. DEMOLL sah (1932, S. 8): "Es liegt etwas dämonisch-geniales in den Arbeiten Loeb's, in der Art, wie er der Natur auf den Leib rückte; seine frappierende Naivität ließ sein Zufassen bisweilen geradezu brutal erscheinen. Sein Streben galt dem Nachweis, daß es eine Grenze unseres



Erkennens in der Natur nicht gibt. Aber gerade seine Arbeiten haben schließlich stark dazu beigetragen, diese Grenzen aufzuzeigen". Sicherlich wurden diese 'Grenzen' von den einzelnen Forschern unterschiedlich gesehen, aber es ist nachträglich wohl leicht, nur wie K. HENKE 1955 (S. 194) zu urteilen über "die gefährlich genialen Simplifikationen von JACQUES LOEB". Sicherlich war man sich zu dieser Zeit über die teilweise zu große Einfachheit in den Erklärungen von LOEB einig.

### **Absicherung der Ergebnisse von Forschung**

Einmalige Beobachtungen, einmalige Versuchsergebnisse können Irrtümer einschließen. **Reproduktion** von Experimenten, **wiederholte gleichartige Beobachtung** gelten zu Recht als Kriterium betrachtet, um einer Aussage höheren Wert als nach einmaliger Feststellung eines Sachverhaltes zu geben.

SPALLANZANI, der geschickte Experimentator an Tieren in der zweiten Hälfte des 18. Jh. warnte davor, einem einzigen Experiment zu vertrauen und gibt Beispiele eigenen Irrsins. Er hatte Experimente durchgeführt, um mit der Samenflüssigkeit von Froschmännchen die Eier von Froschweibchen zu befruchten. Um sicherzustellen, daß nur die Samenflüssigkeit und nicht auch andere Flüssigkeiten befruchtend wirken, ließ SPALLANZANI (1786, S. 239) ff.) auch Blut, Gallenflüssigkeit, ausgedrückte Säfte verschiedener Eingeweide, ja Limonen- und Zitronensaft auf unbefruchtete Froscheier wirken. Ein Versuch mit solchen Flüssigkeiten schien sogar positiv auszugehen. Aber SPALLANZANI stellte bei der Versuchswiederholung fest, daß er durch Nachlässigkeit Samen mit verschleppt hatte. Glücklicherweise, bemerkte er, habe er genügend andere Experimente durchgeführt, um den Irrtum des einen Versuches aufzuklären. "Dieses Beispiel", belehrte er, "war für mich eine solche Lektion, die mir in allen meinen Versuchen zu statten kam, und welche allen denen, welche sie wiederholen oder ähnliche anstellen wollen, ebenfalls sehr nützlich sein kann."

## 9. Ergebnisse, Ergebnisformen der Wissenschaft. - Aufnahme wissenschaftlicher Ergebnisse in ein allgemeines Weltbild

Ergebnisse der Forschung, das waren und sind die oft als "Erkenntnis" bezeichneten **Hypothesen, Theorien**, schon behandelt, auch **Gesetze, Regeln, Begriffe, Graphiken** u. a. Manche betrachten Hypothesen als die nahezu einzige mögliche Form der Erkenntnis, da vielleicht mit Ausnahme gewisser Tatsachen kein Ergebnis wissenschaftlicher Tätigkeit vor Veränderung sicher wäre.

### **Mathematische Formeln. Graphische Darstellungen**

Viele Forschungsergebnisse sind funktionale Beziehungen, die Feststellung der Abhängigkeit von zwei (oder mehr) Erscheinungen, etwa die Stoffwechselsteigerung im Organismus in Abhängigkeit von der Temperatur. Hier sind mathematische Formeln ein präziserer Ausdruck als eine Beschreibung in Worten. Es gibt auch Bereiche, die über die Erfassung durch die menschlichen Sinne hinausreichen, die Mikrowelt und die Makrowelt, das ganz Kleine und das Große, das Weltall. Diese Welten sind noch mit Mathematik zu erfassen, diese gilt auch hier, aber alle "Bilder" müssen nur als Notbehelfe, bestenfalls als "Gleichnisse" erscheinen. MAX BORN sagte hierzu 1963 (s. 1965, S. 170 / 171), daß in der Physik die mathematischen Formeln nicht Selbstzweck sind wie in der reinen Mathematik, "sondern Symbole für irgendeine Art Wirklichkeit, die jenseits der Schicht der Erfahrung des täglichen Lebens liegt."

Zur Festlegung von Ergebnissen ist die **graphische Darstellung** die übersichtlichste Form. Hierzu zählen geographische Karten unter Einschluß von historisch-geographischen Karten, Seekarten, Karten der Meeresströmungen und zahlreichen anderen "thematischen Karten". wurden Ergebnisse der Forschung ebenso dokumentiert wie in Tabellen. Graphiken und Karten gelten, genaue Messungen vorausgesetzt, als besonders sichere Zeugnisse von "Erkenntnis".

### **Begriffe**

Begriffe sind mehr als die Wiedergabe von Sinneseindrücken, fassen zusammen, besitzen eine theoretische Grundlage. Der Begriff "Gestein" oder Begriffe wie "Granit" und "Basalt" sind mehr als bloße Termini. EINSTEIN meinte: "Vom Standpunkt der Logik ist der Begriff nicht identisch mit der Gesamtheit der

Sinneseindrücke, auf die er sich bezieht; er ist vielmehr eine freie Schöpfung des menschlichen (oder tierischen) Geistes" (zitiert aus E. OESER 1979. S. 262).

### "Gesetze", "Gesetzmäßigkeiten" - vor allem in der Natur

Das "Naturgesetz", die "Gesetzmäßigkeit in der Natur", wurde zu einer grundlegenden Kategorie der Naturwissenschaften. Sie bezeichnet die unbedingte Wiederholung bestimmter Vorgänge, unter Voraussetzung bestimmter Bedingungen. Im naturwissenschaftlichen Unterricht wurden seit jeher behandelt etwa das "Hebelgesetz des ARCHIMEDES", das "Fallgesetz" von GALILEI, auch das HOOKEsches Gesetz der Federdehnung, das BOYLE-MARIOTTEsches Gesetz der Abhängigkeit von Druck und Volumen bei Gasen, das BERNOULLIsche Strömungs-Gesetz, das OHMsches Gesetz.

Aus den Gesetzen in der Natur wurde die strenge Determinierung der Naturvorgänge, der Naturerscheinungen abgeleitet. Es gehört zu den eindrucksvollsten Ergebnissen der neuzeitlichen Wissenschaft, namentlich der Naturwissenschaft, daß es in der Welt offenbar geregelt, sogar streng geregelt zugeht. Die "Gesetze" als eine grundlegende und das Menschenleben bestimmende Errungenschaft der Wissenschaft. Mit der Erkenntnis vom gesetzmäßigen Ablauf der Dinge in der Natur wurde die Größe Gottes bei den Intellektuellen ab dem 17. Jh. nicht mehr in Wundern gesehen im Sinne von GOETHEs späterem "Faust"-Wort: "Das Wunder ist des Glaubens liebstes Kind." Des bisweilen schon gelockerten Glaubens "liebstes Kind" wurde die **Gesetzlichkeit im Weltgeschehens**, die beeindruckende und Voraussagen zulassende Ordnung. Gerade diese Gesetzlichkeit sollte auch von einer höheren, auch gütigen Weisheit zeugen, von einem "Uhrmacher", der in das von ihm geschaffene Uhrwerk möglicherweise nicht mehr oder nur noch selten eingriff. Eine aus ihr eingegebenen Prinzipien funktionierende Welt konstruiert zu haben, das sollte die besondere Größe einer höheren Weisheit oder eben Gottes ausmachen.

Die Erkenntnis von der "Gesetzmäßigkeit" in der Natur gehört seitdem "zu den Grundvoraussetzungen jeder menschlichen Existenz" (W. BÜCHEL 1975, S. 90). Wie LUCIEN LÉVY-BRUHL (1927, S. 17) meinte, hat die Überzeugung vom gesetzmäßigen Verhalten der Natur das gesamte Weltbild verändert, trennte das Denken der wissenschaftlich Gebildeten, also namentlich der Intellektuellen, vom Denken der bei LÉVY-BRUHL als "Primitive" bezeichneten

Menschen. "Wir", heißt es bei LÉVY-BRUHL , "tragen ein so festes Gefühl intellektueller Sicherheit in uns, daß wir uns nicht denken können, wie es erschüttert werden sollte; denn selbst vorausgesetzt, daß uns plötzlich ein gänzlich geheimnisvolles Phänomen erschiene, dessen Ursachen uns vollständig entgingen, so würden wir nichtsdestoweniger davon überzeugt sein, daß unsere Unwissenheit nur vorläufig wäre, daß aber diese Ursachen existierten und früher oder später bestimmt werden könnten. So ist die Natur, inmitten deren wir leben, sozusagen von vornherein intellektualisiert. Sie ist Ordnung und Vernunft, wie der Geist, der sie begreift und sich in ihr bewegt. Unsere alltägliche Beschäftigung schließt bis in ihre bescheidensten Einzelheiten ein ruhiges und vollständiges Vertrauen in die Unabänderlichkeit der Naturgesetze in sich." Die "Naturvölker" dagegen verstünden den "Zusammenhang der Erscheinungen nicht" (THURNWALD in LÉVY-BRUHL 1927, S. 18), alles wäre geheimnisvoll verwoben. Ein Missionar von Neuseeland habe berichtet: "Diese Wilden haben nicht die geringste Vorstellung von den Ursachen ihrer Krankheiten ... schreiben alles, worunter sie leiden, dem Geiste Atna zu." Krankheit und Tod werden von den Eingeborenen des Kongo nach BENTLEY eben nicht auf natürliche Ursachen zurückgeführt, sondern auf Verzauberung.

Die Erkenntnis der "Gesetze" gab und verlangte auch eine neue Art des Wissens. Nicht der Einzelfall, jedenfalls nicht dieser allein, sondern die hinter dem Einzelgeschehen stehenden "Regeln" und "Gesetze" wurden Grundlage des Weltverständnisses, des Wissens. Eine "prinzipiell unbegrenzte Menge" konkreter Fälle ließ sich überblicken (P. SITTE 1979, S. 11), wenn die dahinter stehenden Gesetze bekannt waren. Eine Ahnung davon hatten gewiß auch etwa die Ärzte der Antike, wenn sie davon ausgingen, das dieselben Organe bei allen Menschen dieselben Funktionen ausüben.

Diese "Gesetzmäßigkeit" in der Natur erschien auch als die "Voraussetzung für jeden Eingriff in die Natur" (W. BÜCHEL 1975, S. 90), der eben prognostizierbar ablief. Aus den "Naturgesetzen", betonte J. HERSCHEL (1836), wüßte man, welche Leistung eine bestimmte Menge Kohlen vollbringt und könnte abschätzen, ob in irgendeiner mit Kohlen betriebenen Apparatur die Leistung gesteigert werden kann. Danach könnte der Ingenieur seine Möglichkeiten einrichten. Die Naturgesetze zeigten aber auch die **Grenzen des möglichen Handelns**, die Grenzen der "Freiheit" (s. M. BORN 1965, S. 87), denn gegen Naturgesetze ließ sich nicht "handeln". Der britische Mathematiker

Sir EDMUND WHITTAKER sprach von einem "**Prinzip des Unvermögens**". Energie, so wurde bewußt, manchen schmerzlich, kann jedenfalls in der erfaßbaren Welt nicht aus dem "Nichts", aus einem "Perpetuum mobile" gewonnen werden. Die Energieressourcen jedoch bestimmen die Volkswirtschaften entscheidend.

In der gesetzmäßig strukturierten Natur war kein Platz für "Wunder", für "Ausnahmen". Gott mochte dann als der große Gesetzgeber erscheinen, nicht als ein die Naturordnung auch durchbrechendes Wesen. Der Terminus "Gesetz" wurde in den einzelnen Wissenschaftsdisziplinen unterschiedlich häufig und nicht immer für vergleichbare Sachverhalte benutzt.

Viele namentlich der frühen Gesetze waren eher **formal**, gaben quantitative Beziehungen von Erscheinungen. Reine Formelaufstellung aus Tabellen von erfaßten Werten ist deskriptiv (W. GERLACH 1936) wie die Beschreibung einer Beobachtung. Aus der Gültigkeit von Gesetze wurden aber dann Überlegungen zu ihrem Zustandekommen angestellt. BOYLES Gesetz von der Beziehung zwischen Temperatur und Druck ließ an kleine Partikel in den Gasen denken, die mit der Temperatur-Erhöhung ihre Bewegung und damit den Druck auf die Gefäßwand erhöhen. GAY-LUSSACs Gesetz von den einfachen Volumenverhältnissen, in denen gasförmige Stoffe miteinander reagieren und ein Reaktionsprodukt bilden, war noch formal, AVAGADRO und AMPÈRE leiteten daraus ab, daß bei einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Druck in einem bestimmten Volumen eines Gases gleich viele Moleküle befinden, was für das Verständnis der chemischen Reaktionen wichtig war, jedoch nicht vor 1860 ausreichend anerkannt wurde.

ALFRED NORTH WHITEHEAD leitete den Geist der modernen Wissenschaft mit seiner Betonung des "Gesetzhaften" aus der griechischen Tragödie ab, denn was einst, bei den großen griechischen Dichtern ÄSCHYLUS, SOPHOKLES und EURIPIDES, das unerbittliche und gleichgültige Schicksal war, dem der Menschen nicht entrinnen konnte, wurde das "Gesetz" (zitiert aus Y. ELKANA 1986, S. 119). Der griechischen Dichter "Vision", "das einen tragischen Vorfall bis zu seinem unausweichlichen Ende treibt, ist genau die Anschauung, von der die Wissenschaft Besitz ergriffen hat. Das Schicksal der griechischen Tragödie wird im modernen Denken zur Ordnung der Natur." Y. ELKANA (1986) aber verwies auch für die Wissenschaft auf die "Idee des epischen Theaters" von WALTER BENJAMIN und BERTOLT BRECHT, wonach es so kommen kann,

wie es kommt, aber auch ganz anders hätte kommen könnte. Es hätten danach wenigstens andere Naturgesetze entdeckt werden können.

### **Das "Gesetz" in den verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen**

Obwohl sie der Sache nach "Gesetze" fanden, haben weder ARCHIMEDES noch GALILEI den Terminus "Gesetz" benutzt. GALILEI schrieb von "Theoremen", "Prinzipien", "Sätzen", "Folgerungen", was moderne GALILEI-Übersetzungen oft sehr frei handhabten. Was später als Pendel-"Gesetz" bezeichnet wurde, nannte GALILEI "Proportion" (E. ZILSEL 1942 / 1976). KEPLER nannte die 3 später nach ihm benannten Gesetze "Theoreme". HUYGENS, WALLIS, WREN, HOOKE sprachen von "Regeln" oder "Gesetzen". Der Gesetzesbegriff erscheint dann bei DESCARTES in dem "Discours de la Méthode" von 1637, und er schrieb im Zusammenhang mit Licht vom "Reflexionsgesetz" und vom "Brechungsgesetz". Diese als "Gesetz" bezeichnete Regelmäßigkeiten in der Natur werden zurückgeführt auf die Unveränderlichkeit Gottes. SPINOZA schrieb vom "göttlichen Gesetz", trennt die "Gesetze", die "von der Notwendigkeit der Natur abhängen" von den Gesetzen, die sich aus menschlichen Verordnungen ergeben. Die Analogie zwischen der Naturregelmäßigkeit und der als verbindlich betrachteten Anordnung menschlicher Gesetzgeber war damit vollzogen. Deutlich wurde der Begriff des "Naturgesetzes" durch ISAAC NEWTON in dessen Hauptwerk "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" von 1687 in die wissenschaftliche Literatur eingeführt. Im Vorwort heißt es: "Die modernen Wissenschaftler haben sich von den substantiellen Formen und verborgenen Qualitäten abgewandt und sehen es als ihre Aufgabe an, die Naturphänomene durch mathematische Gesetze zu erklären" (Zitat aus W. BÜCHEL 1975, S. 79). Naturgesetze beschrieben teilweise nur äußere Zusammenhänge, etwa die Beziehungen zwischen Druck und Temperatur in einem Gas und aus diesen Beziehungen war dann die Ursache, die Beweglichkeit kleinster Gasteilchen, abzuleiten.

Jede chemische Reaktion findet unter bestimmten Bedingungen vor allem von Druck, Temperatur und der vielleicht nicht vermiedenen Anwesenheit von katalytisch wirkenden Substanzen in kleinsten Mengen mit Sicherheit, mit 'Notwendigkeit', statt, und so geht es mit vielen 'physiologischen' Vorgängen in den Lebewesen. Soll man nun sprechen vom 'Gesetz der Verbindung von

Wasserstoff und Chlor, der vom 'Gesetz' der Zerlegung von Wasser durch heißes Kupfer", 'dem Gesetz der Zerlegung von Eiweißstoffen durch Proteinase', vom 'Gesetz des Kniereflexes' usw. usw. Das macht man nicht! Welche Vorgänge wurden nun mit dem Vorzug bedacht **als 'Gesetz' bezeichnet** zu werden? Hier besteht **Willkür**! Sicherlich auch unter Beachtung besonders wichtiger oder einzubläuender Dinge. Statt von 'Gesetzen' spricht man von vielen Sachverhalten von '**Gesetzmäßigkeit**', '**gesetzmäßigem Verlauf**' und ähnlich. Hier sollte man also unbedingt die Terminologie beachten!

In Anlehnung vor allem auch an die Mathematik wurde von den "Naturgesetzen" zu Recht, verlangt, daß sie unter den formulierten Bedingungen **ausnahmslos gelten**. "Ausnahmen" mußten erklärbar werden, gehörten eben beispielsweise in den Geltungsbereich anderer Gesetze. Auch in der im Vergleich zur Physik zunächst weniger strengen Biologie wurde die Auffindung von "Gesetzen" als ideales Ziel bezeichnet. Der Embryologe HEINRICH RATHKE schrieb 1832 (Vorrede): "Der höchste Zweck aller Naturforschung kann wol nur dieser sein, die Gesetze aufzusuchen, nach denen die verschiedenen Erscheinungen in der Natur vor sich gehen und zu Stande kommen." Auch für die Menschenwelt, für die Geschichte der Menschheit wurde von eher atheistischen Denkern für angeblich unausweichliche Notwendigkeiten gern mit "Gesetz" argumentiert, und der an Naturwissenschaften interessierte Medizinerstudent und Dichter GEORG BÜCHNER läßt 1835 in seinem Drama "Dantons Tod" den Revolutionär SAINT JUST 1794 sprechen: "Die Natur folgt ruhig und unwiderstehlich ihren Gesetzen; der Mensch wird vernichtet, wo er mit ihnen in Konflikt kommt. Eine Änderung in den Bestandteilen der Luft, ein Auflodern des tellurischen Feuers, ein Schwanken in dem Gleichgewicht einer Wassermasse und eine Seuche, ein vulkanischer Ausbruch, eine Überschwemmung begraben Tausende... Ich frage nun, soll die geistige Natur in ihren Revolutionen mehr Rücksicht nehmen als die physische? Soll eine Idee nicht ebensogut wie ein Gesetz der Physik vernichten dürfen, was sich ihr widersetzt?..." Mit den angeblichen "Gesetzen" der Geschichte, die man durchsetzen müsse, haben auch an die Macht gekommene Kommunisten, etwa die Bolschewiken in Rußland, Terror gerechtfertigt, der eher wilder Willkür und ungesetzlichem Machtstreben entsprang.

**Kriterien**, um "**Gesetze**" von anderen Aussagen zu unterscheiden, wurden verschiedentlich aufgestellt. So sollten Gesetze einen "universal quantifier" enthalten, nicht einzelne Individuen, keinen spezifischen Zeitraum und keine Lokalisationsangaben enthalten, sollte ausreichend bestätigt sein und auch einer Theorie angehören (VAN DER STEEN et al. 1991).

Es galt manchmal als Ideal, alles Wissen in die Gestalt von Gesetzen zu kleiden. Aus diesem Wissen, aus einer begrenzten Zahl von "Naturgesetzen", sollten dann stets die in der Natur auftretenden Erscheinungen erklärt werden können. LIEBIG debattierte (1865/1874, S. 297): "Es ist klar, dass, wenn alle Naturkräfte und ihre Gesetze und alle Dinge ihre Natur, Verhalten und Eigenthümlichkeiten uns bekannt wären, so würde die Untersuchung eines besonderen Vorganges und dessen Erklärung eine einfache deductive Aufgabe sein; jeder einzelne Fall würde alsdann durch Schlüsse des Verstandes lösbar sein." Mit der Zunahme des Wissens, vor allem auch der bekannten Tatsachen, stieg das Material für mögliche Verstandesoperationen, was ein Vorteil gegenüber den Gelehrten vergangener Generationen wäre. Wenig deutlich war, ab wann ein vermeintliches Gesetz oder wenigstens eine vermeintlich "sichere" Tatsache wirklich sicher war. LIEBIGs zuerst davon überzeugt, daß in den Boden gebrachte lösliche Düngesalze durch das im Boden niedersinkende Wasser zum Grundwasser hin ausgewaschen werden und er verwendete daher zunächst möglichst unlösliche Düngesalze. Der Erfolg blieb aus. Der Schotte WAY stellte fest, daß die Salze, später erkannte man: die Ionen, bis zu einer gewissen Menge an den Bodenteilchen adsorbiert werden, also nicht ausgewaschen werden, wobei dann das Problem blieb, wie sich die Pflanzenwurzeln der Salze bemächtigen. LIEBIG war von WAYs Entdeckung so berührt, daß er eine göttliche Einrichtung sah.

Manche einst formulierten "Gesetze" konnten allerdings nicht aufrecht erhalten bleiben, so, wenn im 18. und noch im 19. Jh. nahezu als ein Naturgesetz angesehen wurde, daß sich wirklich verschiedene Spezies nicht kreuzen oder wenigstens keine fruchtbaren Bastarde hervorbringen. In der **Embryologie** des 19. Jh. wurde als regelrechtes Gesetz formuliert, daß jedes Organ stets aus einem bestimmten "Keimblatt", also nur aus dem Ektoderm, dem Entoderm oder dem Mesoderm hervorgeht. Auch hier fanden sich bald Ausnahmen (W. HIS 1865, S. 6), und vor allem bei der Regeneration konnten die Regenerate aus dem Material eines anderen Keimblattes hervorgehen als einst in der Embryonalentwicklung der Fall war. Jede Körperzelle, so wurde in der Vererbungsforschung deutlich, enthält eben normalerweise den gesamten



Bestand an Chromosomen und damit an Erbanlagen und von daher konnte von jeder Körperzelle aus jede Struktur entstehen, wenn nur die Exprimierung, das Intätigkeittreten jeder Erbanlage, zustandekäme. Die Keimblätterlehre blieb eine Angelegenheit der beschreibenden Anatomie. KEKULÉ unterschied 1877 (s. 1929, S. 905) die allgemeinen Naturwissenschaften Chemie und Physik, deren Gesetze überall gelten, wo überhaupt Materie vorhanden ist, und die speziellen Naturwissenschaften wie Astronomie, Geographie, Geologie, Botanik und Zoologie, die objektgebunden sind und für die es nicht so allgemeine Gesetze gäbe.

Unterschieden wurden verschiedene Arten von 'Gesetzen'. Viele Gesetze formulieren lediglich **formale Zusammenhänge**, geben keine Einblick in das Wesen ihres Zustandekommens. So gab das BOYLE - MARIOTTESche Gesetz die Beziehung zwischen Druck und Volumen für Gase. Erklärt wurde der Zusammenhang im 19. Jahrhundert, durch die kinetische Wärmetheorie, die sich bewegende und damit Druck ausübende Moleküle postulierte. Eine besondere Gruppe von Gesetzen sind die '**Erhaltungssätze**', die besagen, daß eine physikalische Größe beim Naturgeschehen ihren Wert unverändert beibehält (W. BÜCHEL 1975, S. 81).

Ein Teil der 'Gesetze', nach mancher Ansicht alle, sind '**statistische Gesetze**', das heißt, sie gelten, weil zwar viele, sehr viele Einzelkomponenten sich individuell unterschiedlich verhalten, aber in der Summe eine bestimmte voraussagbare Wirkung zustandekommt. QUETELET, Präsident der belgischen Akademie der Wissenschaften in Brüssel, fand, daß die Zahl der Verbrecher in einer bestimmten Menschengesellschaft im Durchschnitt gleichbleibt. Das liegt allein daran, daß eben in einer großen Zahl von Menschen immer eine bestimmte Menge von solchen erscheint, die sich nicht richtig verhalten kann, wobei über der ganzen Gesellschaft kein determinierendes Schwert schwebt, sondern eben einzelne ihren Anlagen nach zu Verbrechen neigen. Bei Millionen und Milliarden radioaktiven Atomen zerfallen in einer bestimmten Zeit immer etwa gleich viele, obwohl beim einzelnen Atom der Zerfall zu einem unbestimmten Zeitpunkt spontan eintritt.

Mit der **Formulierung von 'Naturgesetzen'** wurde vielfach leichtfertig und **willkürlich** umgegangen.

Manches formulierte "Naturgesetz" hat sich nicht als solches aufrecht erhalten lassen. Es gab Perioden, in denen fast alle irgendwie festgestellten Erscheinungen als 'Gesetz' bezeichnet wurden. So schrieb BRONN 1859 (S. 4) von dem 'Gesetze der fortwährenden Anpassung der Organismen an die jederzeitigen Existenz-Bedingungen'. K. E. von BAER sprach 1838 (1864, S. 186) von einem allgemeinsten Gesetz "in der Verbreitung der organischen Welt im Verhältniß zu den Breitenzonen" und das besagt: "Unter den Tropen erhebt sich die organische Welt am meisten über den Boden, je weiter nach den Polen hin, um so tiefer sinkt sie sich herab". Damit sollte also in einen Ausdruck gebracht werden, daß es in den tropischen Regenwäldern hohe Bäume mit Epiphyten gibt und im Norden die Tundren mit den niedrigen Flechten und Zwersträuchern. Der festgestellte Sachverhalt war im Prinzip richtig, aber hatte gewiß nicht die Strenge eines mathematisch formulierten Naturgesetzes. Zwischen Urwald und Tundra gibt es noch die Steppen und Wüsten, die das Gesetz gar nicht erfaßt. BAER glaubte, daß er unter sein 'Gesetz' sogar fassen kann, daß es in den tropischen Meeren auch sich zeitweise über die Meeresoberfläche sich erhebende 'fliegende Fische' gibt, die Polarfische aber mehr in der Tiefe leben", daß die Raubtiere im Süden hochbeiniger als im Norden wären und anderem. BAER führt diese Erscheinungen auf die abnehmende Wärme im Norden und die größere Bedeutung der Feuchtigkeit in den Tropen zurück, aber die ganze Fassung in Form eines 'Gesetzes' entspricht einer Periode, die eben mit dem 'Gesetz' etwas zu viel im Sinne hatte.

Es gab auch ganze Bereiche, in denen es sehr schwierig war, feste Naturgesetze zu formulieren. So für das Forstwesen (W. SCHMIDT 1932). Hier spielte bei den verschiedensten Dingen 'örtliche Besonderheit' eine Rolle. Kahlschlag wirkt nicht überall gleichartig. Eine Fülle von Faktoren einschließlich wechselnder wirkte mit und gestaltete die Dinge nur teilweise durchschaubar. Generalisierung war kaum möglich, wohl aber Absteckung von Rahmen, innerhalb dessen die Vorgänge geschahen. Auch in der Landwirtschaft hat jeder Acker auch seine individuellen Besonderheiten.

### **Streit um Gesetze in den verschiedenen Wissenschaften**

Nicht allen Wissenschaften wurde zugebilligt, daß sie "Gesetze" auffinden und aufstellen können. Abgestritten wurde das teilweise für die Biologie (VAN DER STEEN et al. 1991), namentlich jedoch auch für alle historischen Wissenschaften.

Bei den Lebewesen treten manche Erscheinungen auf, die wenigstens scheinbar aus dem Rahmen fallen, weil sie nicht der Mehrzahl oder wenigstens dem größten Teil der Individuen einer Art zukommen, sondern lediglich einzelne Individuen auszeichnen. Das betrifft die einst böse Vorzeichen angestaunten "Mißgeburten". Alle Variationen, von der Norm abweichende Erscheinungen galten als "Monstrositäten", als außerhalb der Gesetze der Natur stehende Erscheinungen. Als Abbe LAZZARO SPALLANZANI fand, daß eine Schnecke mit abgetrenntem Kopf nicht immer in der gleichen Weise regeneriert, fragte er (1769, S. 44): "Soll man dieß nun für einen Eigensinn, für ein Spielwerk oder für einen Fehler der Natur halten? Oder scheint es uns nur so, und ist es vielmehr zu vermuthen, daß die Natur nach festen und unveränderlichen Gesetzen verfährt?" Er dachte jedenfalls als Möglichkeit: "Vielleicht entdeckt man durch unermüdetes Nachforschen endlich die Regeln, nach denen die Natur verfährt, und legt diese dem Schein nach wunderlichen Wirkungen nicht mehr als einen Eigensinn derselben aus". SPALLANZANI dachte, daß vielleicht kleine Abweichungen bei der Führung des den Schneckenkopf abtrennenden Messers den Regenerationsprozeß unterschiedlich beeinflussen. Würde man alle von der Norm abweichenden Erscheinungen bei Lebewesen als krankhaft, als pathologisch betrachten, dann wäre jede Variatione eine pathologische Erscheinungen und, wie R. VIRCHOW meinte, die Evolution ein Ergebnis pathologischer Phänomene, aber eben nicht gesetzlos. Daß bei allen Erscheinungen in den Lebewesen **strenger Determinismus** herrscht, war die Überzeugung etwa des führenden farnzösischen Physiologen CLAUDE BERNARD (1865 / 1961). Er lehnte den Glauben an eine 'Lebenskraft' ab (1865 / 1961, S. 105), "die nach Gutdünken zu verhindern vermag, daß die Dinge immer in gleicher Weise ablaufen, so daß die Ausnahmen geradezu Folgen der Tätigkeit dieser geheimnisvollen Lebenskraft sind". Vorgänge in den Lebewesen ließen sich ebenso **reproduzieren** wie Vorgänge in der anorganischen Welt. "Wenn die Bedingungen eines Vorganges bekannt und erfüllt sind", meinte BERNARD (1865 / 1961), "so muß der Vorgang immer und notwendig entsprechend der Ansicht des Experimentators ablaufen". BERNARD hatte gefunden, daß ein Stich auf den Boden des 4. Gehirnvtrikels bei Säugetieren den Zuckergehalt im Blut erhöht, was er als "Zuckerstich" bezeichnete. Manchmal mißriet der Versuch. BERNARD fand jedoch, daß ein Mißlingen des Experimentes nur im Ungeschick des Experimentators liegt, wenn er den richtigen, doch recht begrenzten Punkt verfehlt. Auch die "MENDELschen Gesetze", oft nur als "Regeln" bezeichnet, gaben beobachtete

Sachverhalte wider, die nach ihrer weiteren Untersuchung durch viele "Ausnahmen" zerlöchert wurden. Aber es liegt ihnen durchaus allgemeingültiges, man darf sicherlich sagen "gesetzmäßiges" Verhalten der Vererbungssubstanz zugrunde. Aus dem durchaus wiederum verständlichen Verhalten der Vererbungssubstanz wurden dann auch die 'Ausnahmen' erklärbar und die MENDELschen 'Regeln' sind wiederum Ausdruck von Gesetzmäßigkeit.

### "Gesetze" in den historischen Wissenschaften

In den historischen Wissenschaften, ob für die Geschichte der menschlichen Gesellschaft oder in den mit der Geschichte der Natur oder der Lebewesen befaßten Wissenschaftsdisziplinen, wurde die Möglichkeit der Fassung von "Gesetzen" teilweise bestritten. Am Ende des 19. Jh. unterschieden die Philosophen WINDELBAND und RICKERT die **nomothetischen** und die **idiographischen** Wissenschaften. Nur in den nomothetischen Wissenschaften, zu denen unter den Realwissenschaften die Physik und die Chemie gehörten, konnten nach ihrer Ansicht "Gesetze" aufgestellt werden, während die idiographischen Wissenschaften nur einmalige Vorgänge beschreiben würden, die wegen ihrer Individualität nicht unter "Gesetze" zu subsumieren wären. Man könnte einwenden: Vorgänge, Abläufe mit einer zeitlichen und damit historischen Komponente sind jedoch auch das Fallen von Körpern, chemische Reaktionen, die Embryonalentwicklung, Vorgänge, die sich gewiß viele Millionen Male in fast gleicher Weise wiederholen, aber jeder einzelne Fallvorgang, jeder einzelne chemische Reaktionsverlauf und jede Embryogenese haben wohl auch individuelle Merkmale, verlaufen nicht störungsfrei. Wichtige Gedanken hierzu gibt es auch bei den Brüdern ALFRED und MAX WEBER (s. bei P. ROSSI in J. KOCKA 1986, u. a. S. 43): "Die historische Erkenntnis ist a) eine 'Wirklichkeitswissenschaft' im Gegensatz zu einer 'Gesetzeswissenschaft', b) eine empirische Erkenntnis ... und c) wäre "wertfrei" ...

Als idiographisch galten allerdings eher die länger dauernden historischen Abläufe, ob in der Geschichte der Erdkruste, der Evolution der Organismen oder in der Menschengeschichte, bei denen sich die aufeinanderfolgenden Ereignisse meistens **aufeinander aufbauten**. Nur weil Landpflanzen entstanden waren, konnten schließlich auch Landtiere auf der Erde erscheinen. Betrachtet man voneinander weitgehend unabhängig parallele Entwicklungslinien, so gibt es

analoge Ereignisse, oder im Verlauf von Geschichte ähnliche bis fast sich gleichende Abläufe, **Wiederholungen**, in der Geschichte geben. So fand sich Der Geologe HANS STILLE beschrieb (SERGE VON BUBNOFF 1936) starke Parallelität bei den präkambrischen und paläozoischen Gebirgsbildungen (Orogenesen). In der Geschichte der **Menschheit** entwickelten sich verschiedene Kulturen auch weitgehend oder völlig unabhängig voneinander, so, wenn China nur geringe Berührungen mit dem Römischen Reich und mit Europa hatte und die amerikanischen Indianerkulturen sich wohl völlig unabhängig von denen in Europa oder Asien herausbildeten. Gemeinsame Züge in der Entwicklung solcher getrennten Kulturen deuteten auf "Gesetzmäßigkeiten", auf aus bestimmten Bedingungen aller Kulturen ableitbare Vorgänge. Innerhalb der einzelnen Kulturen, Gesellschaften oder Staaten gab es wenigstens teilweise **sich wiederholende Situationen**, Revolutionen und Restaurationen. OSWALD SPENGLER sah gemeinsame Stadien in der Entwicklung innerhalb der "dionysischen" Kultur der Griechen, der "magischen" Kultur des Vorderen Orients und der "faustischen" Kultur des Abendlandes, bei allen von SPENGLER betonten Unterschieden. Nach einer Hochphase sollte jede dieser verschiedenen Kulturen in Verfall, ja in "Untergang" enden. Die SPENGLERsche Hypothese kann allerdings nicht als verifiziert betrachtet werden, bei aller Anregung zum Nachdenken über parallele Entwicklungen, so wie die Überlegungen zur Menschengeschichte bei TOYNBEE. Raum für Individuelles in der Menschengeschichte sah selbst KARL MARX, der trotz seiner Betonung von gleichen Geschichtsformationen in jeder Gesellschaft fragte, ob etwa die Türken eben so zum Kapitalismus geeignet sind wie die Westeuropäer, ob also die historische Entwicklung bei ihnen ebenso ablaufen kann wie in Großbritannien. Die historische Persönlichkeit, im Bösen wie im Guten, gaben der menschlichen Geschichte wohl unzweifelhaft individuelle, spezifische Züge. HANS JONAS (1991, S. 81) meinte wohl wie andere zu recht, daß HITLER einer der großen Zufälle der Geschichte war und ohne ihn manches anders verlaufen wäre, wenn auch irgendwie eine Lösung aus den Problemen der sozial zerstörten Weimarer Republik um 1932 gefunden werden mußte. Auch die Entwicklung in der Sowjetunion war um 1988 wohl entscheidend durch die Ideen von GORBATSCHOW und seiner Anhänger bestimmt, die allerdings aus der bisherigen Entwicklung ihre Schlußfolgerungen in Richtung einer Änderung vieler Zustände gezogen hatten.

"**Regeln**" waren oftmals nicht mehr als eher rezeptartige Formulierungen oft beobachteter Sachverhalte ohne tiefgründige Erklärung, die manchmal von Gesetzen wenig unterschieden wurden. In der Vererbungslehre wurde manchmal von den "Mendelschen Regeln" und andererseits von den "Mendelschen Gesetzen" gesprochen, wobei die auf der zellulären Ebene sich abspielenden Vorgänge für "Gesetz" sprechen und die phänomenalen Abweichungen wurden erklärbar.

### **System, Ordnungsgefüge**

Ähnliche Naturkörper, so alle Arten (Spezies) der Lebewesen, alle Mineralien, Gesteine, chemischen Elemente, chemischen Verbindungen, die Böden und anderes in eine sinnvolle Ordnung zu bringen, ist ein altes Ziel der Wissenschaft. Zur Debatte standen immer die Kriterien einer solchen Ordnung. Wurden nur wenige Merkmale berücksichtigt, wirkte ein solches System 'künstlich' wie das Pflanzensystem von LINNÉ mit seinen 24 Klassen. Die Aufstellung der Klassen war erfolgt nach Zahl und Anordnung der Staubgefäße und Stempel. Es kamen jedoch dabei Pflanzenarten in eine 'Klasse', welche in anderen Merkmalen erheblich voneinander abwichen, oder wurden Pflanzen getrennt, die in anderen Merkmalen offensichtlich viel Gemeinsames besitzen. So ähneln sich die verschiedenen Gräser doch recht sehr, aber manche besitzen eben 2 Staubgefäße in einer Blüte und andere 3. Nach den Kriterien von LINNÉs Pflanzensystem wurden die Gräser mit 2 Staubgefäßen pro Blüte in eine andere Klasse eingeordnet als jene mit 3.

Vielfach wurde versucht, die 'Entwicklung' eines Gebildes, die 'Genese', als Einteilungsgrundlage zu wählen. So unterschied man die Gesteine nach ihrer Bildungsart in Eruptivgesteine, Sedimentgesteine und metamorphe Gesteine. Innerhalb dieser Gruppen wurden zur weiteren Einteilung ebenfalls möglichst Bildungsumstände berücksichtigt, etwa Entstehung an der Erdoberfläche oder in größeren Tiefen. Diese Einteilung unter starker Berücksichtigung genetischer Merkmale erwies sich insofern als recht sinnvoll, weil Gesteine gemeinsamer Entstehungsart auch viele andere gemeinsame Merkmale aufweisen. Ebenso erwies sich die Unterscheidung von Bodentypen als sinnvoll, wobei genetische wie andere Merkmale zusammengehen.

### **Die Tatsachen zu einer Theorie verbinden**

In vielen Nachschlagewerken werden "Hypothese" und "Theorie" definiert. Was als "Theorie" bezeichnet wird, ist aber oftmals nur eine "Hypothese". Auch ist es nicht so einfach, "Theorie" von "Erkenntnis" zu trennen. Der Theorie soll immer noch eine gewisse provisorische Note anhängen. Die Gelehrten sind und waren im allgemeinen davon überzeugt, daß die Fülle von Tatsachen nicht ein Haufwerk sein dürfen. Sie müssen zu einer verbindenden 'Theorie' verknüpft werden. Frage ist eben nur, ab wann ist sie mehr als eine 'Hypothese'.

So stritten CUVIER und ETIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE in dem berühmten Pariser Akademiestreit von 1830 darüber, ob man allen Tieren einen gemeinsamen Bauplan zuschreiben kann, obwohl das so ohne weiteres aus den Ergebnissen der vergleichenden Anatomie nicht zu entnehmen war. CUVIER meinte, daß er sich an die Wiedergabe von Tatsachen halte und sich auf eine Beschreibung beschränkt und die von GEOFFROY SAINT-HILAIRE erstrebte Verknüpfung ein Trugbild ist, das sicheres Wissen überschreitet. Es wurde dabei auch über die Notwendigkeit der Verknüpfung der Tatsachen zu einer Theorie gestritten, und ETIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE (aus W. LUBOSCH 1918, S. 400) meinte hierzu: "Und um recht deutlich zu werden, so will ich bemerken, daß nach der Schilderung positiver Tatsachen ihre wissenschaftlichen Konsequenzen kommen müssen, so wie nach dem Behauen der Steine ihre Verwendung. Was nützen denn sonst die Materialien? Wenn man sie vereinigt und bei einem bau benutzt, sind sie unnütz... Die Anatomie war lange beschreibend und sondernd. Nicht wird sie mehr aufhalten auf ihrem langen Wege, allgemein und philosophisch zu werden".

### **Weltbild, Bilder, Modelle**

In die Welt zu sehen, die Tausende Dinge um den Menschen zu betrachten, ist nicht Wissenschaft, führt nicht zu einer Einsicht in die Welt. Auch wenn es eben die Lebenswirklichkeit ist. Ziel der Wissenschaft ist, wie der Freiburger Zellbiologe PETER SITTE (1982, S. 566) sagte, eine "Weltbild", "der grandiose Versuch, das ewig wachsende Wissen um die Welt intellektuell zu zähmen ...". Das verlangt, die "reale Welt einfacher darzustellen als sie ist", also sie durchschaubar zu machen. Man "kann", gemäß P. SITTE (1979, S. 13), "die Welt nicht zugleich genau und verständlich beschreiben. Das Weltbild muß prinzipiell einfacher sein als die Welt selbst". Abstrahierende, vereinfachende

Bilder müssen geliefert, ja geschaffen werden. Auch Vergrößerung und Verkleinerung gehören dazu, so wie die Erde ganz ganz verkleinert wiedergegeben wird im Globus. NIELS BOHR mochte eine Weile glauben, daß sein dem Planetensystem ähnelndes Atommodell etwas von Realität wiederpiegelt, aber was im Atom sein soll, kann nur ein fiktives Bild sein, beim Einbau etwa von in den Atomkern hineingeschossenen Neutronen und anderen Teilchen. Für das Atominnere, meinte MAX VON LAUE (zit. bei A. MITTASCH 1937, S. 428), ist jede Geometrie unanwendbar, übrig bleibt nur die Mathematisierung. Hier führt der Gedanke einer möglichen immer weiteren Zerlegung in die Irre. Die "gestaffelten Vorstellungsgebilde Elektron - Atom - Molekel - Aggregat" waren in ihrer "Äußerung" andererseits durchaus "real".

Ein hundertprozentiger Erfolg für ein Modell, etwa auch für die Wirtschaft, wäre ein Wunder (E. TELLER 1981, S. 315). Auch die meisten Künstler wissen längst, daß Kunst nicht in der "naturalistisch" Abbildung der Wirklichkeit besteht, sondern im Vergrößern, Vergröbern, ja Verzerren. Satire und das Kabarett ziehen daraus ihre besondere Wirkung.

Dem einzelnen Menschenindividuum sollte dabei sehr wohl gestattet sein, wenigstens bis zu einem gewissen Grade sein eigenes Weltbild zu aufzubauen, auch unterschiedlich für die verschiedenen Bereiche der Wirklichkeit. Der Evolutionsbiologe wird ein anderes "Weltbild" besitzen als mancher Physiologe. Sicherlich gibt es Grenzen, deren Überschreitung die "Wissenschaftlichkeit" verläßt. Eingriffe in das subjektive, womöglich vor anderen geheimgehaltene Weltbild lassen sich sowieso nicht erzwingen, zumal auch eventuell Männer und Frauen etwas unterschiedliche Weltbilder ausbauen. Aber nur vielleicht! Religiöse Machthaber wollten und wollen ein gemeinsames Weltbild sogar für das Transzendente erzwingen.

Namentlich mit der Zunahme der Zahl von Wissenschaftlern gibt es viele Vorträge und Veröffentlichungen, die wenig Bedeutung für die Einsicht in die Welt haben, nicht zum Weltbild beitragen, oft auch nur unnötige Wiederholung schon geleisteter Arbeit sind, also Redundanz bieten (G. BÖHME 1980, S. 16). Allerdings ist der Wert einer Arbeit auch je nach der Sicht und den Interessen des Kunden sehr unterschiedlich.

### **Objektive Wissenschaft, Religion und "Ideologie"**



Viele Menschen anderer Kulturkreise und auch hierzulande und mehr des mittelalterlichen Europa waren in großer Zahl religiös, sahen ihr Leben eingebettet in gottgebene Zusammenhänge, und "hinter"fragten ihre Überzeugungen nicht kritisch. Das gilt auch für Anhänger politischer Dogmen und Orthodoxien in der Neuzeit. In der Gewißheit einer Überzeugung bewältigten gerade ärmere Menschen ihr oft materiell primitives Leben. Die Tausende von mittelalterlichen Märtyrerdarstellungen einschließlich der Kreuzigung Jesu wurden wohl von den meisten Betrachtern einst für wahre Ereignisse genommen. Aus dieser Überzeugung entstanden dann die gewaltigen Kathedralen inmitten einfacher, luxusfreier Wohnhäuser aus Holz und Kalk. Das Denken bewegte sich "vorwiegend in Textinterpretationen und nicht im Gebiete der Seinsinterpretation" (K. MANNHEIM 1929, S. 51), und auftauchende neue Tatsachen wurden ohne Problematisierung eingegliedert. Dieser Glaubenswelt gegenüber erhob sich, zuerst zaghaft, nur auf wenige Geister beschränkt und zunächst nur partiell die an manchen herkömmlichen Ideen zweifelnde Wissenschaft. Gemäß diesem bei manchen immer skeptischer werdendem Denken konnte alles auch anders sein, als die Tradition lehrte (K. MANNHEIM 1929). Wissenschaft bräche mit "Schwärmerei und Aberglauben", weil sie "das wirklich Bestehende" zeige (J. G. FISCHER 1853, S. 1). Wissenschaft brach die Macht des Subjektiven im Menschen, wenn auch nicht vollständig, wie parteipolitische und andere interessengeleitete Darstellungen in den Medien immer wieder demonstrieren (W. SCHMIDT 1932). Selbst die größten Forscher waren aber oft noch glaubensmäßig befangen, so NEWTON, auch wenn er die auch bei ihm auf Gott zurückgeführte Welterschöpfung neu erklärte. Für manche wurden Sätze der Wissenschaft nur neue Glaubenssätze, denen auch kritiklos vertraut wurde (vgl. I. LAKATOS 1982), obwohl zum Ethos der Wissenschaft ein möglichst der "Wahrheit" verpflichteter, immer erneuerter objektiver Erkenntnisgewinn gehören soll.

Ein besonderes, von Zauberei und anderen Mächten bestimmtes Denken sah LUCIEN LÉVY-BRUHL (1927) bei den von ihm als "Primitive" bezeichneten Völkern. LÉVY-BRUHL schloß das aus Angaben jener, "welche die Naturvölker aus der Nähe beobachtet haben", aber an deren Objektivität wurde auch zunehmend gezweifelt. Aber es mag in vielem stimmen, daß manche Völker "in einer Welt leben, in der unzählige okkulte Mächte überall gegenwärtig und stets handelnd oder handlungsbereit sind" (L. LÉVY-BRUHL 1927, S. 343). Die meisten Europäer lebten einst und manche Menschen bis

heute ebenso, wovon die vielen Gebräuche einer Versöhnung mit den Schutzpatronen, die Anrufung der Heiligen und der Jungfrau Maria oder auch das Bekreuzigen beim Einsteigen in einen Eisenbahnzug oder gar ein Flugzeug zeugen.

Der Alltag war einst voll von unüberprüften und einst kaum überprüfbaren Annahmen, die nicht einmal mit dem Überleben zu tun hatten. So wurde ohne Überprüfung Holz als besonders fest angesehen, wenn es unter einer bestimmten Mondphase gefällt wird (W. SCHMIDT 1932).

Viele "moderne" Menschen, ja in vielen Bereichen nicht einmal die in ihrem Fachbereich oft skeptischen und kritischen Wissenschaftler vertrauen nur dem wissenschaftlichen Denken. Nationale Mythen von eigener Überlegenheit wurden oft gerade von "Geistesschaffenden" verkündet und "Nibelungentreue" wurde nicht nur als kalte Story gesehen. Geschichtsschreibung stand oft unter Parteinahme, auf den verschiedenen Seiten selbst bei Darstellung derselben Fakten, und im deutschsprachigen Raum unterschiedliche in den habsburgischen und hohenzollerschen Territorien, bis in junge Vergangenheit. Eigentlich erschütternd angesichts Toten ihrer Kriege, wie die späteren Denkmäler des Preußenkönigs FRIEDRICH II. in Berlin und der Habsburgerin MARIA THERESIA in Wien sich ähnlich sind, auf beiden Denkmälern auch dargestellt in der Zeit dieser Herrscher führende und der Aufklärung zugewandte Gelehrte. Der Erweis der Unschuld des wegen angeblichen Verrats verurteilten französischen jüdischen Hauptmanns DREYFUß endete keineswegs mit allgemeiner Erleichterung, ja der französischen Armee war angebliche "Ehre" vermeintlich wichtiger als Gerechtigkeit, es blieb Antisemitismus und kam zum Anfang der als Vorläufer des Faschismus zu betrachtenden Bewegung der "Action française" (E. NOLTE 1963, 1995<sup>9</sup>).

Die Wissenschaften bemühten sich wenigstens seit dem 17. Jh., nur das gelten zu lassen, was aus unmittelbar erfaßbaren Sinneseindrücken oder aus evident erscheinenden axiomatischen Vorstellungen erwuchs. Sie ließ den Inhalt der religiösen Lehren größtenteils unberücksichtigt, wenn auch nicht immer, wie die **Physikotheologie** zeigt. Aber indem die Physikotheologen Aussagen der Bibel aus Naturbeobachtungen zu beweisen suchten, machten sie aus Bibelaussagen Hypothesen, die dann auch wie 'wissenschaftliche Hypothesen' behandelt wurden. Wenn in der Lagerung der Gesteine und in den in ihnen enthaltenen Fossilien Zeugnisse der Sintflut gesehen wurden, dann war damit eine

wissenschaftliche Hypothese formuliert, auch wenn die Bibel die Quelle dieser Hypothese war. Mit kritischem Blick wurde nunmehr die Wirklichkeit durchleuchtet und gesucht, ob denn die Sintflutopfer ausreichend durcheinander liegen und auch Reste ertrunkener Menschen und ihres Hausrates dazwischenliegen. Aber die Fossilien lagen nicht wirt durcheinander, sondern viele Arten waren auf bestimmte Schichten begrenzt. Als auch menschlicher Hausrat in den abgeblisch aus der Sintflut stammenden Sedimentgesteinen nicht aufgefunden wurden, geriet die Sintflutlehre und damit die ganze Bibel in Zweifel. Es wurde also wieder von der Offenbarung gesprochen, die eben nicht wissenschaftlicher Kritik unterliegen kann. Die Physikotheologie hatte also der Religion mit ihren vorgeblich ewigen Lehren einen schlechten Dienst erwiesen. Dafür hat dann etwa der Astronom JOHN HERSCHEL (1836) gemeint, daß die Wissenschaft auch die Grenzen des Wissens und Verstehens aufzeigte und somit der Religion ihre Stellung gab, im Bereiche des Transzendenten. Im 20. Jh. ist von dem Schweizer Zoologen und namentlich Entwicklungsphysiologen ERNST HADORN überliefert (1976, S. 32 / 33): "War nicht Kepler einer der grössten Reduktionisten aller Zeiten, als er etwa die Gesetze der Himmelsmechanik entdeckte? Ist bei ihm etwa die Verehrung für das Walten der Naturgesetze in der Schöpfung verschwunden? Braucht es heute wirklich anders zu sein? Kann nicht das ergriffene Staunen auch dann bleiben, wenn wir noch viel mehr von den ewigen Naturgesetzen verstünden? Und was hindert uns daran, die Universalität, die im Naturgesetz verwirklicht ist, als letzten Sinn einer nicht von uns geschaffenen Ordnung zu verehren; eine Ordnung, in der wir selbst eingefügt sind und in der wir unser Dasein als Aufgabe und Verantwortung erleben?"

Zu Recht wurde von einer Aussage, die als 'wissenschaftlich' zu bezeichnen ist, gefordert, von POPPER und anderen, daß sie auch falsifizierbar sein muß. Ansonsten sollte eine Aussage wissenschaftlich wertlos sein, ja als nicht wissenschaftlich eingestuft werden. Von wissenschaftlichen Sätzen muß gelten, wie es auch K.E. ROTHSCUH (1963, S. 12) formulierte, daß sie "an der Erfahrung scheitern können", ansonsten wären sie "metaphysische Sätze". Die Auferstehung und Himmelfahrt von Jesus läßt sich weder wissenschaftlich beweisen noch wirklich widerlegen, und niemals wieder soll ja ähnliches passiert sein, außer bei MOHAMMEDs angeblichem Ritt auf dem Pferd in den Himmel. Die Berichte der Bibel können nicht als Quelle für die mitgeteilten Fakten gelten.

Tatsache für die Wissenschaft ist auf jeden Fall, daß ungeachtet nationaler 'Denkstile', welche oft nur zeitweilig gepflegt wurden, sich die Wissenschaftler aller Völker gegenseitig verständlich machen können. Das heißt nicht, daß man sich in der Anerkennung der Behauptungen und der Argumente immer einigt, aber es gibt doch eine verbindende Methodik und eine insgesamt übereinstimmende Art des Begründens und des Argumentierens bei den Wissenschaftlern aller Länder. Bei den konfessionellen Streitigkeiten gab es so etwas nicht. In der Wissenschaft führten unterschiedliche Ansichten auch nicht zu blutigen Auseinandersetzungen zwischen den Wissenschaftlern. Wissenschaftliche Kongresse sind auch kein babylonisches Sprachengewirr und Durcheinander. Die sich in einer oder mehreren Sprachen untereinander verstehenden Wissenschaftler können sich ihre Mitteilungen und Argumente gegenseitig vortragen und darüber diskutieren.

### **Hypothesen in der Wissensvermittlung in Schule und Öffentlichkeit**

Auf der 50. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in München 1877 hatte RUDOLF VIRCHOW, der gewiß kein Anhänger einer von der Kirche dominierten Wissenschaft war, gefordert, daß die Abstammungslehre nicht in der Schule gelehrt werden soll, weil sie nur eine Hypothese ist. Solches unsicheres und vielleicht nicht einmal bleibendes Wissen gehöre erst in die Bildung reiferer Menschen. Wir hätten die 'Freiheit der Wissenschaft' errungen, hatte VIRCHOW ausgeführt, aber sollten nun danach trachten "...durch unsere Mässigung, durch einen gewissen Verzicht auf Liebhabereien und persönliche Meinungen es möglich zu machen, dass die günstige Stimmung der Nation, die wir besitzen, nicht umschlage!" Immerhin habe die Deszendenztheorie in den Köpfen von Sozialisten Unheil angerichtet und wohl auch zum Aufstand der Kommune in Paris 1871 beigetragen. Aber, meinte VIRCHOW (S. 68): "Nichts destoweniger, die Sache möchte so gefährlich sein, wie sie wolle, die Bundesgenossen möchten so schlimm sein, wie sie wollten, sage ich doch: in dem Augenblicke, wo wir die Ueberzeugung gewönnen, die Descendenztheorie sei eine vollständig stabilirte Lehre, welche so sicher ist, dass wir sie beschwören, wir kein Bedenken tragen dürfen, sie ins Leben einzuführen, sie nicht blos jedem Gebildeten zu überliefern, sondern sie jedem Kinde mitzugeben, sie zur Grundlage unserer ganzen Vorstellung von der Welt der Gesellschaft und dem Staate zu machen und daraufhin den Unterricht zu

gründen". Aber die Abstammung des Menschen vom Affen wäre eben noch nicht bewiesen! VIRCHOW warnte: "was wir hier vielleicht noch mit einer gewissen schüchternen Zurückhaltung aussprechen", wird "von denen da draußen mit einer tausendfach gesteigerten Zuversicht weitergetragen..." Menschliches Wissen wäre "Stückwerk", was viele nicht begreifen. "Nichts, meine Herren", rief VIRCHOW, "ist in den Naturwissenschaften gefährlicher gewesen, nichts hat ihre eigenen Fortschritte und ihre Stellung in der Meinung der Völker mehr geschädigt als die vorzeitige Synthese". HAECKEL trat dem auf derselben Naturforscherversammlung energisch entgegen und suchte seinen ehemaligen Lehrer VIRCHOW vor allem seit dieser Zeit unter die Reaktionäre einzuordnen, im wesentlichen davon ausgehend, daß eben die Deszendenztheorie bewiesen ist (E. HAECKEL 1877). Wenn HAECKEL in dieser Rede davon sprach, daß Protoplasmamoleküle mit einer 'Plastidulseele' die 'Zellenseele' zusammensetzen und meinte, "Die Summe der centralen Atom-Kräfte aber können wir in consequent monistischem Sinne auch die "Atom-Seele" nennen" dann müßte allerdings gezweifelt werden, ob seine Forderung berechtigt war, daß "die Entwicklungslehre als das wichtigste Bildungsmittel auch in der Schule ihren berechtigten Einfluss geltend machen" müsse.

Beurteilt man dieses Rededuell aus der Sicht späterer Wissenschaftstheorie, so hatte eben jeder Recht und Unrecht, VIRCHOW mit der Annahme, daß in der Deszendenztheorie keineswegs alle Dinge voll bewiesen sind und HAECKEL nicht mit der Annahme, daß eben die DARWINSche Lehre von allen Gelehrten voll anerkannt werden müsse, wenn sie nicht den Boden der Wissenschaft verlassen wollten.

**In der Schule** können kaum **nur zweifelsfrei bewiesene Dinge gelehrt werden**, da dann ein beträchtlicher Teil auch des wichtigen Lehrstoffes gestrichen werden müßte. Jeder sollte aber eben begreifen, daß man eine kritische Haltung zu möglichst jedem Wissen erwerben muß, obwohl es in Lehrbüchern und in anderen Lehrmaterialien gern wie ein endgültig geronnenes Wissen vorgeführt wird und alle 'offenen Probleme entfernt' sind (Y. ELKANA 1986, S. 93). Bildungsverantwortlichen scheint es von Schaden zu sein, den Prozeß des Wissenserwerb in der Wissenschaft deutlich zu machen, dafür zu sorgen, daß der Schüler nicht nur "mit den künstlich abgesteckten "Endprodukten" identifiziert" wird (Y. ELKANA, 1986, S. 93). Ein ständig um neue Erkenntnis bemühter Gelehrter verliert seine Autorität und sein Ansehen kaum dadurch, daß er sich als Suchender und nicht als in allem fertiger

Gelehrter der Welt präsentiert. Aber auch der Arzt erscheint oft als Halbgott in Weiß und nicht als jemand, der ständig neu sich um seine Können bemühen muß. B. BAVINK schrieb (1947, S. 53) davon, daß sich die Naturwissenschaft "vielmehr in einem eigentümlichen Schwebезustand" "befindet", "dessen Wesen nur derjenige wirklich versteht, der selber in ihr ernsthaft gearbeitet, mindestens aber sich in eines ihrer gut ausgebauten Gebiete...gründlich vertieft hat".

### **Kultureller Wert der Wissenschaft und Forschung**

Wissenschaft, und namentlich auch Naturwissenschaft, ebenso die "Geschichte" der Menschheit, sind manchen Menschen auch dann ein Wert an sich, wenn sie nicht selbst als Forscher oder Lehrer tätig sind. Mit der Kenntniserweiterung bereichern sie ihr geistiges Leben. Die Astronomie erschien wegen ihrer Praxisferne, abgesehen von der Navigation, als besonders "erhaben". In diesem Sinne meinte auch GAUß einmal: "Das Aufsuchen der Gesetze in den Naturerscheinungen hat für den Naturforscher seinen Zweck und seinen Werth schon in sich selbst. und ein eigenthümlicher Zauber umgibt das Erkennen von Maass und Harmonie im anscheinend ganz Regellosen" (zitiert aus J. BARTELS 1946, S. 149). Sollte man wissenschaftlich interessierte Menschen abschrecken, weil sie nicht allen neueren wissenschaftlichen Ideen folgen können? Wohl nicht! Ein persönliches Weltbild auf der Grundlage dessen, was der einzelne noch versteht, ist aner kennenswert und besser als innere Leere. Auch der Forscher an der vordersten Forschungsfront steht an Grenzen. Gewiß muß für den Eintritt in die höhere Laufbahn eines Forschers unter den Kandidaten selektiert werden, und da mag dann W. C. RÖNTGENs Bemerkung angesichts seiner schwierigen Vorlesungen berechtigt sein: "Ich päppele keine Physiker auf" (zit. bei W. GERLACH 1976, S. 58). Aber die Befriedigung eines Laieninteresses ist keine falsche 'Aufpäppelung'.

### **Für und gegen den Szientismus, 'Naturalismus'**

Es gab und gibt das Bestreben, alles im menschlichen Leben mit den Begriffen der Wissenschaft zu erfassen und zu beschreiben. Die Durchdringung aller Bereiche des Lebens der Menschen mit Wissenschaft wurde als '**Szientismus**' bezeichnet, ein etwas unscharfer Begriff, der etwas unterschiedlich definiert wurde und manchmal mit 'Wissenschaftsgläubigkeit' oder 'übersteigertem

Rationalismus' gleichgesetzt wurde. Dieser 'Szientismus' schloß immer ein die Annahme einer durchgehenden Kausalität, der Gesetzmäßigkeit in den Naturerscheinungen, darunter die Annahme von der prinzipiellen Unzerstörbarkeit der Masse und der Energie mit dem Kreislauf der Stoffe. Im praktischen Leben sich auf die Wissenschaft zu verlassen ist nie verkehrt, bei aller nötigen Prüfung und Widerprüfung der Dinge.

'Szientismus' wurde auch auch prinipiell abgelehnt. Er sollte die Ehrfurcht vor dem Wesen des Menschen zerstören, das Humane auflösen, das Schöne in Gemeines verwandeln. In der englischen Romantik bedauerte KEATS die Erklärung des Regenbogens:

"There was an awful rainbow once in heaven;  
We know her woof, her texture; she is given  
In the dull catalogus of common things".

(Zitiert aus: E. APPLETON 1954, S. 104).

Zu recht wird aber gefragt (R. DAWKINS 2016, S. 148): Wieso denn durch NEWTONs Spektralzerlegung die Pracht des Regenbogens im geringsten 'vermindert' wird?

Der so poetische Dichter FRIEDRICH SCHILLER träumte von einer idealisierten griechischen Götterwelt, mit der einst die Naturerscheinungen erklärt wurden und die ihm schöner erschien als die nüchternen Weltbetrachtung seiner Zeit. So dachte er im Gedicht "Die Götter Griechenlands" unter anderem:

"Wo jetzt nur, wie unsre Weisen sagen,  
Seelenlos ein Feuerball sich dreht,  
Lenkte damals seinen goldnen Wagen  
Helios in stiller Majestät.  
Diese Höhen füllten Oreaden,  
Eine Dryas starb mit jenem Baum,  
Aus den Urnen lieblicher Najaden  
Sprang der Ströme Silberschaum.

...

Schöne Welt, wo bist du? - Kehre wieder,  
Holdes Blütenalter der Natur!  
Ach! nur in dem Feenland der Lieder  
Lebt noch deine goldne Spur.

...

Fühllos selbst für ihres Künstlers Ehre,

Gleich dem toten Schlag der Pendeluhr,  
Dient sie knechtisch dem Gesetz der Schwere,  
Die entgötterte Natur!  
..."

In der Geschichte seit dem 18. Jh. wechselten Perioden, in denen eine mehr rationale oder eine mehr romantisch-irrationale Stimmung vorherrschten. Auf die Aufklärung des 18. Jh. folgte die Zeit der Romantik, auf die Wissenschafts- und Fortschrittsgläubigkeit der zweiten Hälfte des 19. Jh. und der Zeit bis etwa 1965 folgte eine eher antiwissenschaftliche Stimmung. Jedoch entwickelte sich die Wissenschaft auch in jenen Zeiten weiter, als wenigstens ein Teil der Intellektuellen, namentlich der Künstler, ihr kritisch gegenüberstand und die Trennung der Zeitalter nach Stilen kann nur gewisse vorherrschende Tendenzen zum Ausdruck bringen. .

Aber was die Poesie als "Liebe" beschrieb, beruhte für den Physiologen auf letztlich meßbaren Wirkungen von bestimmten Quantitäten von Hormonen, und Treue wie Untreue ist bei den Verhaltensforschern wie bei den Soziobiologen eine ererbte und im höheren Nervensystem angelegtes Verhalten, im Dienste der Verbreitung der eigenen Gene. In der Beschreibung der Phänomene mochte man bei der Sprache der Poesie bleiben, aber für den analysierenden Geist lösten sich diese äußeren Ereignisse in faßbare und analysierbare Vorgänge auf.

Der echte Wissenschaftler ist wohl zu Recht der Ansicht, daß alle Dinge, ob sichtbar oder unsichtbar, ob Angelegenheit der äußeren Welt oder auch des eigenen Befindens, der wissenschaftlichen Durchdringung würdig sind. WILHELM OSTWALD schrieb (III 1927, S. 1): "Getreu meiner Überzeugung, daß es nichts zwischen Himmel und Erde gibt, was nicht durch wissenschaftliche Behandlung Klärung und nötigenfalls Besserung erfahren kann,..." oder auch (S. 241), "daß für jedes Problem des inneren wie äußeren Daseins die Wissenschaft die letzte entscheidende Instanz sein muß". KONRAD LORENZ trat der Auffassung entgegen, als ob die erklärte Welt die entzauberte Welt sei. Für die Bildung und Erziehung der Jugend konnte man sich natürlich streiten, ob man in erster Linie die strenge Wissenschaft einsetzen wollte, womit man sicherlich Rationalisten und damit Szientisten erzieht. Vom Göttinger Physiker POHL berichtete MANFRED EIGEN (hier zit. b. H. PENZLIN 1986, S. 78), daß er physikalische Sachverhalte in bewundernswerter Klarheit darlegte. Danach aber sagte er zu dem so nüchtern vorgetragenen, vollkommen ausgeklärt wirkendem Sachverhalt: "Und darüber kann man sich gar nicht genug



wundern." Er sagte das, wie EIGEN meinte, "... nachdem man glaubte, sich nicht mehr wundern zu müssen." KARL MANNHEIM erörterte in dem erst nach seinem Tode in Deutsch erschienenem Werke "Diagnose unserer Zeit" (1951, S. 26): "Auf den Grundstufen der Erziehung sind wir unentschieden, ob es unser Ziel ist, Millionen von Rationalisten heranzuziehen, die Gebräuche und Traditionen über Bord werfen und sich in jedem Fall ihr eigenes Urteil bilden, oder ob der Hauptzweck der Erziehung darin bestehen sollte, der Jugend jenes soziale und nationale Erbgut weiterzugeben, das in der Religion seinen vornehmsten Ausdruck findet." Der US - amerikanische Biologe EDWARD O. WILSON lobte in einem Gespräch (1999, S. 33) von der Wissenschaft und der Verbreitung ihrer Kenntnisse, daß sich "die Leute" so lange am besten manipulieren lassen, wie sie am wenigsten wissen. Auch moralische Entscheidungen müßten begründbar sein, und sie würden es, wenn alles zuverlässig gewußt wird, von den Erscheinungen in der Umwelt bis zum Zustandekommen der Homosexualität.

Wissenschaftler selbst haben auch behauptet, daß der "Vorwurf des Szientismus" gerade auf die Wissenschaftler nicht paßt. "Kein einziger der großen Wissenschaftler", meinte K. R. POPPER 1983 (K. R. POPPER / K. LORENZ 1985, S. 47 / 48), "kann als Szientist bezeichnet werden". Große Wissenschaftler hätten gewußt, wie wenig wir wissen. Das Bewußtsein der Fehlbarkeit der Wissenschaft unterscheide die Wissenschaftler von den Szientisten. Der Biologe EDWARD O. WILSON sagte in seinem Gespräch (1999, S. 33): "Das Erhabene wiederum bedeutet für mich, dass hinter dem Bekannten unendliche unentdeckte Welten liegen, für die unser Vorstellungsvermögen gar nicht ausreicht. Ich möchte nicht als einer erscheinen, der sich plötzlich zur Mystik bekehrt hätte, aber die wirkliche Aufgabe der Wissenschaft besteht nicht darin, immer mehr Wissen anzuhäufen, mehr Informationen, sondern nach und nach immer Geheimnisse aufzuspüren." Angesichts gerade der immer neuen Erkenntnisse über das Weltall wird diese Ansicht nachfühlbar. Die Ahnung vom Unbekannten und Unerforschten, auch von dem vielleicht nie Erforschbaren, konnte zu religiösen Vorstellungen führen, mußte aber nicht. Auffällig ist, daß in der so stark wissenschaftsgeprägten zweiten Hälfte des 20. Jh. kaum große Kunstwerke vorgestellt werden, ob Buch oder Film, ob Theaterstück oder Gemälde, die ein Loblied der Wissenschaft verkünden, während es in jeder Zeit eindrucksvolle religiöse Gemälde und musikalische Kompositionen gab. In der oft zersetzenden und zeretzenden Kunst des 20. Jh. hat gerade der allgemeine Skeptizismus und Vertrauensschwund seinen Niederschlag

gefunden, wobei die schrecklichen Erfahrungen vieler Menschen in einer für etliche reichen, aber angeblich auch immer weniger durchschaubaren Gesellschaft den Stil der Kunst mitbestimmten, obwohl sie wie die Wissenschaft das Ziel verfolgen sollte, "die Welt, und sei es die in unserem Inneren, durch geistige Strukturen zu erhellen" (W. HEISENBERG 1973, S. 94), auch wenn ihr eher die synthetische Darstellung als die Analyse eigen ist. Ebenso für den Atomphysiker MAX BORN war die Wissenschaft nur einer der möglichen Betätigungen des menschlichen Geistes.

### **Die Illusion von ziemlich vollständigen Weltbildern**

Die wissenschaftlichen Hinterlassenschaften einer Epoche, die Schriften oder auch bildlichen Darstellungen, verweisen selten auf Lücken in ihrem Wissen und weisen selten auf Dinge, welche erst noch zu entdecken sind. Erst hinterher wird deutlich, was einer Epoche alles unbekannt geblieben war. Irgendwie hatte man auf den verschiedensten Gebieten stets so viele Daten zusammengetragen, daß dicke Folianten geschrieben wurden, so über die Pflanzenwelt in Gestalt der "Kräuterbücher" in der Renaissance. Ein sehr umfangreiches Werk wurde auch GEORGIUS AGRICOLAs "De re metallica", das den Bergbau im sächsischen Erzgebirge beschreibt und in eindrucksvollen Holzschnitten illustriert. Auf geographischen Karten, welche noch wenig bekannte Territorien etwa in Süd - Amerika darstellten, wurden die unbekannt Gebiete nicht etwa 'weiß' gelassen, sondern mit allerlei Bildwerk über auch dort zu erwartende Pflanzen, Tiere, Menschen oder geographische Gegebenheiten ausgefüllt. Es erscheint, als könne man mit dem Unbekannten schwer leben. Manche Geologen entwarfen am Ende des 18. Jh. und am Anfang des 19. Jh. ein Bild der Erdgeschichte, ein 'geschlossenes' 'System' (E. WEGMANN 1958), in dem anscheinend alle Sachverhalte eingeordnet waren und nichts wesentliches mehr hinzukommen könne. Dazu gehörte etwa das so geschlossen wirkende neptunistische Erdbild von ABRAHAM GOTTLIEB WERNER.

Das noch völlig Unbekannte, kann gewiß nicht vorhergesehen werden. Aber es scheint den Gelehrten **jeder Periode das Bestreben eigen** zu sein, auf den ihnen bekannten und den von ihnen ausgewählten Tatsachen ein möglichst **geschlossen wirkendes Bild der Welt zu entwerfen**. Würde der Forscher auf dieses Bestreben verzichten müssen, sollte er sich nur als Wegbereiter kommender Jahrhunderte fühlen müssen, so würde es ihm wohl manchen Reiz seiner Arbeit nehmen. Der Anatom C. GEGENBAUR schrieb einmal (1864, S.

V) in Bezugnahme auf C. E. von BAER: "Die Vorsichtigen verlangen..., man solle nur sammeln und es der Nachwelt überlassen, aus dem Gesammelten ein wissenschaftliches Gebäude auszuführen, nur dadurch könne man der Schmach entgehen, dass erweiterte Kenntnisse Lehrsätze, die man für wahr gehalten, widerlegten. Wenn nicht schon das Widersinnige dieser Forderung daraus erhellte, dass die vergleichende Anatomie wie jede andere Wissenschaft eine unendliche ist, und also die Endlosigkeit der Materialsammlung den Menschen nie zur Ernte auf diesem Felde gelangen lassen würde, wenn er dieser Forderung consequent nachkäme, so würde die Geschichte uns hinhänglich belehren, dass kein Zeitalter, in welchem wissenschaftliche Bestrebungen rege waren, sich so verläugnen konnte, dass es, das Ziel seiner Forschungen nur in die Zukunft setzend, nicht für sich selbst die Resultate aus dem grösseren oder geringeren Schätze der Beobachtungen zu ziehen und die Lücken durch Hypothesen auszufüllen sich bemüht hätte". Man könnte vielleicht ergänzen, daß der junge Mensch nur dann ein sinnvolles Leben antreten kann, wenn er der Illusion lebt, etwas Ganzes zu schaffen. Die enttäuschende Ausfälle und der daraus resultierende Zynismus kommen ohnehin früh genug. Nur wer ein geschlossenes Bild anstrebt, wird immer weiterarbeiten, und gemäß der Ansicht des Botanikers HERMANN VÖCHTING (1908), einer der hauptsächlichen Begründer der pflanzlichen Entwicklungsphysiologie, muß der Naturforscher "rastlos arbeiten, als wenn er seinen Nachfolgern nichts zu tun übrig lassen wollte, wenn ihn gleich die Disproportion unseres Verstandes zu der Natur der Dinge zeitig genug erinnert, daß kein Mensch Fähigkeiten genug habe, in irgend einer Sache abzuschließen" (zitiert aus: H. FITTING 1919, S. (74) / (75). Das wäre der Gegensatz zum Schriftsteller, der Langeweile erregt, "wenn er nichts zu denken übrig läßt". Das in der ersten Hälfte des 19. Jh. bestehende Bild von den Organismen wirkte auch ohne Abstammungslehre recht vollständig. HAECKEL schrieb zwar einmal von dem Steinhäufen, der erst durch die Abstammungslehre zu einem Gebäude verbaut wurde, aber das trifft lediglich zum Teil zu. Selbst die Entstehung neuer Organismen in den verschiedenen Zeiten der Erdgeschichte wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. erklärt, damals eben durch 'Urzeugung' anstatt durch Evolution. Für die 'Urzeugung' wiederum schien vieles zu sprechen.

### **Die Frage nach einem umfassenden Weltbild als Ergebnis der Wissenschaft**

Ein Gesamtbild zu bekommen und die Ergebnisse aus verschiedenen Bereichen zu vereinen, blieb ein Ziel zahlreicher Naturwissenschaftler und es war wohl kein schlechtes Ziel. Beim Vorliegen eines Gesamtbildes waren neue Einzelergebnisse an einer bestimmten Stelle einzuordnen und war das Verstehen der Bedeutung eines Befundes erkennbar, aber es konnten auch offene Probleme erkannt werden. Es kennzeichnet oft ältere fähige Gelehrte, daß sie vor ihren noch von den Einzelheiten befangenen Schülern nach den verschiedensten Seiten hin Verknüpfungen anbieten und so eine Gesamtschau erstellen. Vollkommenheit ist von vornherein ausgeschlossen. Über das Werk des Ernährungsphysiologen CARL VON VOIT reflektierte O. FRANK 1910 (S. 19): "Die Wissenschaft und unser Geist ist mit den Resultaten des Versuches allein nicht befriedigt. Die Resultate müssen, wenn sie Wert haben sollten, nicht in der Luft stehen, sondern in Zusammenhang mit den übrigen Erscheinungen gesetzt werden können." Von dem Biochemiker CARL NEUBERG heißt es bei seinem Biographen F. F. NORD 1961: "...ein Mann der Wissenschaft und der Künste, und er war sich der uns umgebenden Mysterien durchaus bewußt. Der Wissenschaftler und der Künstler bemühte sich ständig, das Neue mit dem Vertrauten auszugleichen und in Übereinstimmung zu bringen, um im vollständigen Chaos teilweise Ordnung zu schaffen."

### **Die Idealisierung des Fragmentarischen in der Wissenschaft**

Daß die Wissenschaft nicht zur Vollendung gelangt, daß immer nur Teile der Welt erfaßt werden, wurde bedauert, aber als unvermeidlich betrachtet. Der italienische Gelehrte LAZZARO SPALLANZANI (1795, S. 3) schrieb von dem "Loos des menschlichen Geistes..., vermöge seiner Eingeschränktheit niemals zu der gewünschten Erschöpfung eines Gegenstandes zu gelangen." Der Mediziner C. F. HEUSINGER meinte 1822 (S. 3): "das Ganze der Natur vermag" der Mensch "nicht zu fassen, eine Erscheinung aber getrennt von dem Ganzen ist nicht mehr jene Erscheinung selbst, das fühlt er wohl". Er gab den Trost. "Erforsche im Einen das Mannichfaltige, führe das Mannichfaltige auf die Einheit zurück!" (Hervorhebung im Original). Der Physiker V. WEISSKOPF (1991, S. 361) formulierte im späten 20. Jh., daß "die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Weltansicht vorläufig" sind, weil sie auf unvollständiger Wahrnehmung beruhen, nur "Teile einer in der Fülle der Erscheinungen verborgenen größeren Wahrheit" bilden.

Deshalb, weil ein alles umfassendes Weltbild nur als unerreichbares Wunschbild erscheinen konnte, wurde auch abgeleitet, daß ein solches Ziel gar nicht erstrebt werden sollte. An einzelnen Stellen in die 'Tiefe' zu gehen, sollte wertvoller sein, als vieles zu überschauen. Das Fragment wurde zur Tugend erklärt. Auch in zahlreichen Seminaren und Vorlesungen an Universitäten und Hochschulen wurde die Förderung der Einzelheit betrieben. WILHELM OSTWALD schrieb in seinen "Lebenslinien" (1927, III, S. 243 / 244) über die Ansichten von ERNST MACH: "Er kennzeichnete den wissenschaftlichen Menschen als einen, der sich mit der Unvollständigkeit eines Weltbildes, wie es durch die Unvollständigkeit der Wissenschaft bedingt ist, zufrieden gibt und die Lücken nicht mit Vermutungen verhängt, deren luftige Beschaffenheit er selbst kennt". Oder an anderer Stelle bemerkte W. OSTWALD (1926, S. 312): "Sein weltanschaulicher Grundsatz war, daß es nicht die Aufgabe des Denkers ist, auf den sehr unvollständigen Grundlagen der gegenwärtigen Wissenschaft sich durch hypothetische oder metaphysische Ergänzungen ein abgerundetes Weltbild zu erbauen, sondern sich mit dem unvollständigen Weltbild zufrieden zu geben, welches die Wissenschaft zuzeit zu formen erlaubt".

Wie in der Wissenschaft gab es auch in der Kunst, namentlich in der Literatur, die Diskussion über Erfassung der Totalität oder die Anerkennung des Fragmentarischen aller Darstellung. Die Romantiker vor allem erklärten das 'Unvollendete' als richtig, schrieben Fragmente, Bruchstücke oder wie HOFFMANN ein Gemisch zwischen den Aufzeichnungen eines Kapellmeisters und eines Katers. Es wird auch erklärt, daß dieses Fragmentarische allein dem Menschenmöglichen entspricht. Die linke Literatur, jedoch auch die Klassik und der Realismus bei BALZAC, ZOLA und THOMAS MANN, haben demgegenüber künstlerische Bilder der gesellschaftlichen Totalität angestrebt, um dem Menschen Einblick in die Wechselbeziehungen in der Gesellschaft, auch die Gründe für die Herausbildung der Ungleichheiten zu vermitteln. Die Beschränkung auf den privaten Bereich, auf den abweichenden Einzelfall, auf das Fragmentarische sollte 'spätbürgerlich' sein und sich wider die Erkenntnisfähigkeit des Menschen richten (H. MAYER).

Die Erdgeschichtsforschung zeigt, daß sowohl Forscher mit Beschränkung auf ein enges Gebiet wie solche mit weltweiter Umschau wertvolle Beiträge zum Verständnis des Erdbildes lieferten. Durch weltweite Betrachtung der Anordnung der Gebirge, die Verteilung von Glazialzeugnissen etwa aus dem Carbon und dem Perm, durch weltweite Aufzeichnung der Verbreitung

bestimmter Fossilien konnte deutlich werden, daß die Kontinente ihre Lage auf der Erdoberfläche veränderten.

Falsch ist es sicherlich, wenn manche irgendwelchen unwesentlichen "**Informationsschrot**", kleine und in keinem größeren Zusammenhang stehende Mitteilungen und Miscellen, als ihren wichtigen Beitrag zur Wissenschaftsentwicklung preisen.

### **Unvollkommenheit der Wissenschaft**

Bei etwas tieferem Nachdenken ist jedem Forscher klar, daß jedes Ergebnis, jeder Erfolg neue Fragen bringt und somit wieder eine neue Problemstellung besteht. WILHELM OSTWALD schrieb 1927 (III, S. 292): "Nach meiner Kenntnis des Wissenschaftsbetriebes kann die Wissenschaft überhaupt nicht restlos arbeiten. Nie ist ein Problem so gelöst worden, daß nicht ein Nachfolger etwas hätte hinzufügen können und müssen". OSTWALD meinte von sich, daß er selbst bei seinen eigenen Arbeiten bewußt darauf hingewiesen hat, wo seiner Ansicht nach noch etwas zu untersuchen ist. Man solle nicht "bei sich und anderen die Vorstellung ...erwecken, als sei nun alles und jedes erledigt". J. D. HOFACKER, der schon 1828 über Vererbung schrieb, empfahl (S. 135) hinsichtlich der noch vielen umstrittenen Dinge über Bastarde: "Man sorgt besser für die Wissenschaften, wenn man sagt, man wisse etwas nicht, als wenn man durch das Vorgeben, es sey alles schon entdeckt, den weiteren Forschungen Grenzen setzt." Später, im 20. Jh., plädierte POPPER (1985 / 1993, S. 103) die 'intellektuelle Bescheidenheit', "des dauernden Denkens an das, was wir nicht wissen". Das Werk des Wissenschaftlers wurde auch mit dem des Künstlers verglichen und dann festgestellt, daß Kunstwerke ungeachtet aller Anregung von Vorgängern in sich ruhen, also ein Gemälde von RAFFAEL oder TIZIAN oder eine Komposition von GLUCK oder MOZART auch nach Jahrhunderten noch einen wie unvergangen wirkenden Eindruck hervorbringt. Wissenschaftler aber könnten nur Bausteine beitragen und viele andere müßten ihr Werk ergänzen und könnten es ebensowenig vollenden. VICTOR WEISKOPF (1991, S. 358) kam zu dem Ergebnis, daß im "Gegensatz zu Kunstwerken ... wissenschaftliche Schöpfungen nicht für sich allein" "stehen" "und nicht als autonome Gebilde betrachtet werden" "können", allerdings auch betonend, daß MOZART nicht ohne HAYDN denkbar ist. In der Philosophie hatten offensichtlich bereits die alten Griechen eine Fülle von Gedanken, die ihren Wert behielten, ja die gerade

in ihrer erstmaligen, oft nur fragmentarisch überlieferten Formulierung ihre bleibende Faszination ausüben. 'Archetypen' in der Kunst, Paradigmen im Denken, Ideen etwa der antiken Dramen und Sagen konnten deshalb auch im 20. Jh. immer wieder den Problemen der Gegenwart angepaßt werden, so mit der Atridentragödie, welche O'NEILL variiert in "Trauer muß Elektra tragen" (Mourning Electra) in der Zeit nach dem nordamerikanischen Sezessionskrieg ansiedelt und die GERHART HAUPTMANN zum Ausdruck seiner Betroffenheit über die menschlichen Grausamkeiten im Zweiten Weltkrieg verwendet.

In den Naturwissenschaften bestimmten etwa gewisse Grundideen etwa über das Wesen des Lebens teilweise die Biologie noch im 20. Jh., etwa bei der Frage nach eventuell nur den Lebewesen zukommenden, 'vitalistischen' Faktoren oder die von GUSTAV WOLFF wieder aufgenommene Idee einer primären Zweckmäßigkeit im Organismenreich. Aber das trifft nur für gewisse grundlegende Ideen zu. Der Psychologe NORBER BISCHOF (1993), der ein 'Psychogramm' des Biologen KONRAD LORENZ erstellte, kam zu dem Ergebnis, daß das "Werk des Forschers oder Theoretikers...niemals in sich ruhen kann", daß jeder nur fortsetzt, was vor ihm andere gefunden oder gedacht haben." Es heißt weiter (S. 7 / 8): "Der Kanon wissenschaftlicher Erkenntnis ist eine kollektive Menschheitsleistung, und so prägend auch der Beitrag des einzelnen sein mag, sein Werk ist doch von vornherein ausersehen, nicht als Monolith verehrt zu werden, sondern als Mauerstein, Ornament oder tragender Pfeiler in einen Dom einzugehen, an dem bis zum Ende der Welt gebaut wird und bei dem Unvollendtheit daher kein Makel ist, sondern zum Wesen gehört." Aber es kann eingewendet werden, daß um in der Wirklichkeit, in der 'Praxis' zu handeln, von einem vorhandenen Wissensstand ausgegangen werden muß, der jedenfalls für einen vorhandenen Anwendungszweck als ausreichend anzusehen ist. Beim Bau und dem Ausprobieren der Atombombe ist man auf jeden Fall so herangegangen. Eine "Politik der weitgehenden Planung" ist "nur dann rational", "wenn angenommen wird, daß der Planer im Besitz von Wissen über das Funktionieren der Gesellschaft ist, das genügend umfassend und sicher ist." Aber bleibt dann Politik überhaupt möglich? Ein anderer Teilnehmer des Altenberger Gesprächs (LINGENS) mit POPPER (1985 / 1993, S. 128) und LORENZ von 1983 meinte, daß es auch lebensgefährlich sei, "daran zu zweifeln, daß" die Wahrheit "gefunden werden kann." Bei allem Streben, in möglichst kurzer Zeit ein recht vollständiges Bild von einem Forschungsgebiet zu erstellen, überlegte KARL von FRISCH (1973, S. 162): "Die Wissenschaft

kommt nur im Zottelschritt vom Fleck. Aber wo bliebe schon ihr unvergänglicher Reiz, wenn man mit einem Sprung am Ende aller Weisheit stünde!" Mit B. BAVINK (1947) sollte auch beachtet werden, daß "**Teilwahrheiten**" ja nicht Unwahrheiten sind. Die Angaben über die Zusammensetzung der irdischen Luft vor der Entdeckung der Edelgase, nur unter Berücksichtigung von Stickstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid und Wasserdampf, war nicht falsch, man konnte hieraus vieles erklären. Nur war diese Annahme eben noch unvollständig.

Was die vermeintliche Vergänglichkeit der schriftlichen Werke der Wissenschaftler betrifft, so wurde mit Recht auch darauf verwiesen, daß manche im literarischen Stil hervorragend sind und daß der Gedankengang eines Forschers, auch dann, wenn er zu einem nicht bleibenden Ergebnis führte, durchaus so anregend sein kann wie ein Kunstwerk und damit auch einen gewissen "Ewigkeits"wert beanspruchen darf. Aus diesem Grunde hat WILHELM OSTWALD die "Klassiker der exakten Naturwissenschaft" wiederaufgelegt. Manche sehen das sicherlich anders. Das Lesen der Philosophen aller Zeiten im Original versteht sich demgegenüber jedoch fast von selbst.

Sicherlich gibt es auch einzelne Entdeckungen, und ihre Zahl ist nicht gering, die trotz aller Erweiterung und Einbettung in umfassendere Einsichten eben bleibende Ergebnisse darstellten. Wie immer die Röntgen"strahlen" interpretiert wurden, einmal, eben am Jahresende 1895 wurden sie erstmals sicher festgestellt, "entdeckt". Als RONALD ROSS am 9. Juli 1898 (M. JANTSCH 1948, S. 23 / 24) im Experiment feststellte, daß gesunde Vögel nach dem Stich malariainfizierter Moskitos erkranken, war ein wichtiges, gültig bleibendes Glied in der Kette der Schritte zur Aufklärung der Malaria gefunden und ROSS durfte feststellen, daß hierin eine Wohltat für die ganze Menschheit vollbracht wurde, und "zwar nicht nur für den jetzigen Augenblick, sondern für alle kommenden Zeiten."

### **Unerklärte Phänomene in der Wissenschaft**

Wissenschaftler trafen oft genug und in den frühen Jahrhunderten allgemein auf Phänomene, die wenigstens zunächst nur unzureichend oder gar **nicht "erklärt"** werden konnten, oft auch mit einer phantasievollen Erklärung, also ungesicherten Hypothese bedacht wurden. Eine phantasievolle falsche



Erklärung konnte schädlicher sein als wenn die Unkenntnis einer Erklärung zugegeben wurde. Dann konnte eben ein Naturforscher nur Empiriker sein, konnte nur beschreiben. Das Beschreiben machte Phänomene immerhin bekannt, ließ sie als der Erklärung bedürftige Sachverhalte bekannt sein. Die Philosophen der Vergangenheit wußten das, und so weiß auch PIERRE BAYLE (1975, S. 90) um 1700, man kenne "ja Kräuter, deren Wirkungen man wüßte, ohne daß uns die Ursachen bekannt wären, die dieselben hervorbrächten, und doch ließe man die Arzneiwissenschaft ungekränkt bei ihrem Wert. Cicero führt darauf eine Menge natürlicher Sachen an, deren Eigenschaften uns bekannt sind, nicht aber die Ursachen aller dieser Eigenschaften, und legt endlich seinem Bruder die Worte in den Mund: *Er sei damit zufrieden, daß er wisse, daß die Sachen geschähen, ob er gleich nicht wisse, wie sie geschehen.*"

FRAUNHOFERs zahlreiche dunkle Linien im Sonnen- und einige wenige andere Linien auch in Fixsternspektren konnten nicht aus den Spektren erklärt werden, nicht vor der Auffindung der Spektralanalyse 1859. Unerklärt blieb noch in der jüngeren Vergangenheit die Wirkungsweise der **Anästhetika**, der zur Narkose benutzten Mittel wie Äther oder Chloroform, und denen sich der auf dem Operationstisch liegende Patient dennoch unterwirft. Am Ende des 18. Jh. atmete etwa der Chemiker HENRY DAVY Lachgas ein, ohne zu wissen, was bei dem erstrebten Stimmungswandel nun vielleicht in Nerven und Gehirn sich mit vielleicht auch bleibenden Folgen abspielt. Auch die heutigen Drogenabhängigen bedenken die viel mehr bekannten Folgen allerdings oft nicht, von den Ursachen der Drogenwirkung ganz zu schweigen. Unerklärt und dennoch praktisch benutzt wurde der von dem Franzosen BRANLY um 1890 erfundene "**Kohärer**", eine Röhre mit Metallpulver, das beim Eintreffen elektromagnetischer Wellen die Leitfähigkeit ändert und so zum Nachweis elektromagnetischer Wellen dienen konnte.

### **Widersprüche in den Weltbildern - Leben mit Widersprüchen - Komplementarität**

"Wissenschaftlich", nur mit begründeten, möglichst emotionsfreien Aussagen erscheint auch der Wissenschaftler oft nur bei seiner Arbeit. Im Alltag tritt er wie die Mehrheit der Menschen mit "normalen" Alltagsdenken auf. Widersprüche zwischen Religion und Wissenschaft, zwischen wissenschaftlichen und politischen Überzeugungen werden oft nicht empfunden. Man verhält sich wie ein normaler Staatsbürger. Der

"materialistische" Naturforscher THEODOR SCHWANN, der eine Begründer der Zellenlehre, legte schließlich seine Werke vor dem Druck sogar dem für ihn zuständigen Bischof vor, was im 19. Jahrhundert kaum mehr notwendig war. Andererseits war der menschliche Körper ihm eine erforschbare Maschine, nach dem Menschen einsichtigen Prinzipien durch seinen Schöpfer hervorgebracht. Religiöse und wissenschaftliche Auffassung vertrugen sich bei ihm wie ähnlich bei DESCARTES.

Die Wissenschaft des 20. Jh. mußte in etlichen Bereichen von der Eindeutigkeit der Beschreibungen abrücken und anerkennen, daß dieselbe Erscheinung unterschiedlich, in verschiedener Weise beschrieben werden kann und muß, was **Komplementarität** genannt wird. Für Licht mußte das "antinomistische Nebeneinanderbestehen der Korpuskelfiktion und der Feld- oder Wellenfiktion" (A. MITTASCH 1937, S. 430) anerkannt werden. Wenn Naturforscher und Geisteswissenschaftler den Menschen unterschiedlich sehen, einmal als höheres Säugetier und dann als "Geisteswesen", sollte auch die Komplementarität eine gewisse Lösung anbieten. Der Baseler Zoologe ADOLF PORTMANN hat diesen Sachverhalt einmal in die schönen Worte gefaßt (1967, S. 16 / 17): "Die Fülle der Vegetation, die wir in Maien Tagen hervorbrechen sehen - sie spielt in manchen Lebenslehren der jüngsten Zeit eine wichtige Rolle: sie tritt auf als das Bild blinder Naturmacht, die ungezählte Blüten hervortreibt und verwelken läßt, um dem Ganzen, der "Art", Erhaltung zu gewähren. Dieses Bild von vegetativer Lebensmacht und Vergänglichkeit des einzelnen ist in den letzten Jahrzehnten arg mißbraucht worden,, um den Menschen klarzumachen, wie unwichtig sie als Individuen seien, wie wertlos, wie austauschbar! Mit solchen Auslegungen gelang es viel leichter, rauschhafte Preisgabe an irgendwelche unverstandenen Ziele zu erreichen.

Das Bild vom Leben und Sterben der Blumen und aller Vegetation ist gefährlich, wie alle Bilder, die wir der Natur entnehmen. Gefährlich, weil solche Bilder immer richtig sind und falsch zugleich. Richtig, weil wir doch wirklich Glied dieser Natur sind, und doch falsch, gründlich falsch, weil jedes Bild aus der unmenschlichen Natur gerade das Eigenartige, gerade das Menschlichste an uns nie erfassen kann."

### **Möglichkeiten der Voraussage künftiger Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung**

Im Rahmen der bekannten Ergebnisse lassen sich manche Voraussagen auf weitere Ergebnisse treffen. Schließlich wird von Hypothesen erwartet, daß gewisse Dinge abgeleitet werden. Zu Recht ist andererseits davor gewarnt worden, aus der Wissenschaft einer Zeit auf allzu viele grundlegende Erkenntnisse der Zukunft zu schließen. P. SITTE (1978, S. 12) meinte: "Wir haben keine Möglichkeit, von Ausmaß und Art des Bekannten auf Ausmaß und Art des Unbekannten zu schließen", wegen der des "immer offenen", stets 'fragmentarischen' Weltbildes. Gewiß haben im 19. Jh. immer wieder einmal Chemiker davor gewarnt, daß die Atome der schließlich über 90 bekannten chemischen Elemente wirklich unveränderlich und unzerlegbar sind. Der gewiß geniale VICTOR MEYER meinte in einem Vortrag 1889 (1892, S. 191): "Wer die zahlreichen Linien des Metallspectrums betrachtet, wird schwer zu überreden sein, daß das Metall, welches dieselben aussendet, ein ewig unzerlegbarer Urstoff sei; ebenso wie die Vergleichung der Zahlenregelmäßigkeit der Atomgewichte mit den homologen Reihen der organischen Chemie unabweisbar auf die zusammengesetzte Natur der Elemente deutet." Aber auch nicht annähernd konnten die 1896 erfolgte Entdeckung der Radioaktivität und die nach 1900 daraus abgeleiteten neuen Vorstellungen über den Atombau in der erfolgten Weise vorausgesehen werden. Die Grenzen der Voraussage sollten den Forscher aber nicht abhalten, an künftig mögliche Erkenntnisse zu denken und vor allem auch zu warnen, wenn sich gefährliche Entwicklungen abbahnen. Es gibt Dinge, die im Vorfeld erledigt werden, die nicht erst überprüft werden sollten. Das betrifft etwa den nuklearen Winter nach einem Kernwaffenkrieg, aber auch die Zerstörung der Ozonschicht und den Treibhauseffekt. Sollte das Risiko eingegangen werden, den Treibhauseffekt erst zu überprüfen, weil vielleicht seine Eintreten so wie vorhergesagt nicht oder nicht ganz geschehen wird?

## 10. Prozeßhaftes, Trends, eventuelle Gesetzmäßigkeiten in der Entwicklung der Wissenschaften

### **Geschichte der Wissenschaft, Entwicklung der Wissenschaft**

Für die Wissenschaften wie für andere Bereiche der Kultur und für die Politik läßt sich eine Abfolge der Ereignisse, die "Geschichte", darstellen. Die Anzahl bekanntgewordener Naturkörper und auch Sachverhalte stieg mit der Zeit zweifellos, so kritisch eine Quantifizierung zu betrachten ist. Theorien gibt es

allerdings seit langem und viele wurden aufgegeben. Es gibt aber auch grundsätzlichen Wandel: Wissenschaft um 2000 wird anders betrieben als um 1890. In der Bereitstellung von Nahrung für eine wachsende Zahl von Menschen und in der Zunahme der Lebenserwartung in den technisch entwickelten Ländern zeigt sich der praktische Erfolg der Wissenschaft. **Amerika war** wie die Nilquellen oder die Röntgenstrahlen und alle Sachverhalte **nur einmal zu entdecken**. Daß in der Wissenschaft stets Neues verlangt wird und das nur unter Beachtung des **bestehenden Forschungsstandes** gewonnen werden kann, bedeutet gewiß eine Einschränkung für willkürliche Freiheit der Wissenschaft, ungeachtet dessen, daß der einzelne für sich selbst noch einmal alte Wege beschreiten kann. Auf Grund der Zunahme von Kenntnis wurde "Geschichte" für die Wissenschaft deutlicher als für andere Bereiche der Kultur.

Aus dem bisherigen Ablauf der Wissenschaftsentwicklung, aus dem Erfassen von Trends, wurde eine Möglichkeit gesehen, auch **über die Zukunft der Wissenschaften zu extrapolieren**, etwa im Sinne des Physikers ARTHUR H. COMPTON, der 1938 (S. 115) in einem Vortrag über die Zukunft der Physik vor der American Association for the Advancement of Science sagte: "No better guide can be found to the future than a review of what has happened in the past. Let us accordingly examine the trend of physics through history." Sicherlich gibt es für die **Prognose** auch Grenzen, wegen so vieler Unvergleichlichkeit der Gegenwart.

Wissenschaftshistoriker haben zunächst gehofft, die Wissenschaftsentwicklung mit der im wesentlichen **chronologischen Darstellung der Entdeckungen und Errungenschaften** zu erfassen. Es kam dann die Einsicht, daß die Fülle der Daten unter theoretischen Gesichtspunkten gefaßt werden muß, auch, um eventuelle "Gesetzmäßigkeiten" in der Wissenschaftsentwicklung zu fassen.

In der Wissenschaftshistoriographie galt oft **die Wissenschaft der Gegenwart als das Maß** für die Bewertung der Leistungen der Vergangenheit. Alle Entdeckungen und Ideen, die zum gegenwärtigen Wissenschaftsstand führten, sollten den Weg des Fortschritts markieren. Wieder aufgegebenen Ansichten wurden gern lächerlich, als dummer Irrtum beschrieben.

Aus dem Gesamtwerk früherer Forscher wurden vielfach nur oder bevorzugt für historiographische Darstellungen jene Teile ausgewählt, die sich auch im Lichte der späteren Wissenschaft bewährten. LAMARCK erschien dann fast

ausschließlich als der Vorläufer DARWINs, seine widerlegten chemischen Ansichten wurden nicht mehr erwähnt. Anstatt dann von einem "fortschrittlichen" und einem "rückwärtsgewandten" LAMARCK zu sprechen, muß bei Sinn für Geschichte die Gesamtpersönlichkeit und das gesamte Werk betrachtet werden, auf dem Hintergrund der verschiedensten Hypothesen und Theorien der Zeit. Ebenso wurden aus HARVEYs Ideen zeitweilig nur die experimentell begründete Entdeckung des Blutkreislaufs gewürdigt, jedoch seine mit der vorangegangene Wissenschaft verbundene Gedankenwelt erst durch PAGEL eingehender erschlossen, sowie auch GUERICKE etwa in "Ostwald's Klassikern der exakten Wissenschaft" verkürzt fast nur als Experimentalphysiker erscheint. berichtet. Auch im Falle NEWTONs ist der "fortschrittliche" Entdecker der Gravitation keine andere Persönlichkeit als jener an Alchemie und Theologie hochinteressierte NEWTON. Aber "Geschichte" ist nicht, auch nicht in der Politik, Weg zu den Zuständen der Gegenwart, die dann Vollendung alles Vorangegangen ist.

Jene Wissenschaftsgeschichtsschreibung, die vor allem auf die in der Gegenwart anerkannten Meinungen hin orientierte und davon abweichende Ansichten als Absurditäten abhandelte oder ausklammerte, wurde als "**Wigh-History**" oder auch als "**reduktionistische**" Geschichtsschreibung bezeichnet. Auch die Historiker der Technik mußten gewarnt werden, nur eine "Technikgeschichte der Sieger" (W. KÖNIG 1984, S. 249) zu schreiben.

ERNST CASSIRER wird als einer derjenigen genannt (F. BORKENAU 1973), die als erste auch die **Grundkategorien der Philosophie als geworden**, als sich wandelnde, auch vergängliche historisch bedingte Denkformen ansahen. Selsbt ein so allgemeiner Begriff wie der des "Naturgesetzes" war nicht in allen Zeiten vorhanden. Auch die mathematische Fassung von Regelmäßigkeiten in der Natur war eine zu einer bestimmten Zeit sich ausbreitende Errungenschaft. In der Historiographie der Naturwissenschaften wurden in der zweiten Hälfte des 20. Jh. die vielen aufgegebenen Hypothesen und Theorien der Vergangenheit stärker beachtet, wurden die Umwege in den Denkprozessen gesehen, wobei auch die größere Zahl hauptberuflich wirkender Wissenschaftshistoriker das möglich machte. Leistungen vergangener Forscher können nicht nur solche von "Ewigkeitswert" sein, sondern auch zum Weiterforschen anregende vergangene Gedanken. Es wird schwer sein, für den Zoologen AUGUST WEISMANN abgesehen von der Ablehnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften",

unverändert gebliebene Ideen anzuführen. Aber die von ihm ausgehenden Anregungen waren in allen Fällen groß.

### **Gedanken über den Widerstand mancher Wissenschaftler gegenüber neuen Einsichten, schon vor KUHN 1962**

Daß manche neue Ideen und sogar Faktenerkenntnisse auf Gegenwehr anderer Wissenschaftler stießen wird gern berichtet und ist Teil populärer wissenschaftshistorischer Literatur, wird aber auch auf höherem Niveau diskutiert (s. z. B. B. BARBER 1961). Daß man neuen, am Anfang gar absurd wirkenden Ideen skeptisch gegenübersteht, sie unbedingt überprüfen möchte, ist ein gesunder Charakterzug der Wissenschaft. Das Heliozentrische Weltbild des COPERNICUS und auch noch GALILEI hatte durchaus mit etlichen berechtigten wissenschaftlichen Einwänden fertig zu werden, vor allem dem Problem der Parallaxe (s. d.). Wenn die etablierte Genetik auf der Basis der MORGAN-Schule mit der Behauptung von 'springenden Genen'. 'Transposons', dann lag die anfängliche Skepsis nicht nur daran, daß die Feststellung von einer Frau kam, BARBARA McCLINTOCK, die ja eine anerkannte Mais-Genetikerin war. Im späten 19. Jh. fand zunächst viel Ablehnung die **Ionentheorie** von WILHELM OSTWALD und SVANTE ARRHENIUS. Einer, der vieles wenigstens lange Zeit ablehnte war Lord KELVIN. Für ihn waren die Röntgenstrahlen zunächst ein Schwindel/hoax. Noch 1907 lehnte KELVIN die Entdeckung von RAMSAY und SODDY ab, daß Helium von Radium produziert wurde (B. BARBER 1961, S. 598). Auch das Alter der Erde (s. d.) schätzte er falsch ein. Manche erfolgreiche Forscher hatten etwa mit der Mathematik Probleme. Ein großer Entdecker wie FARADAY stand auf Kriegsfuß mit der Mathematik und MAXWELL erklärte später, daß er müsse sein "Faradays mathematicus" (S. 599).

**Nicht nur innerwissenschaftliche Gründe** führen zur Ablehnung neuer Vorstellungen. Skepsis bis Ablehnung von Neuem ist stark auch von der **Psyche** bestimmt, und so gibt es das regelrechte Hineingeborenwerden in eine bestimmte Religion, wobei Skepsis auch noch im Erwachsenenalter abgeschüttelt wird. Um mit Hypothesen zu leben, bedarf es oft eines starken Geistes. Der Altertumshistoriker OTTO SEECK (1909, S. 195) befaßte sich mit dem 'Untergang' der Antike am Ende der Römerzeit und blickte auf die Entstehung des Christentums und fand bei den Religiösen: "Es ist das

Kennzeichen des ungebildeten Menschen, dass er die Überzeugungen, die sein ungeübtes und schwerfälliges Denken sich mühsam eingeprägt hat. für die einzigen hält und jeden, der sie nicht teilt, für einen Dummkopf oder Schurken erklärt. Unsere Sozialisten machen es in dieser Beziehung nicht anders als die Orthodoxen. Das Christentum war aus den niedrigsten Schichten der Gesellschaft hervorgegangen und fand anfangs nur hier seine Anhänger, Von dem Streite der Philosophenschulen, von denen jede etwas anderes lehrte und doch jede vollwichtige Gründe für sich ins Feld führte, wussten sie so gut wie nichts." So war die Ansicht der Naiven, daß "... die einzige Lehre, die sie kannten und verstanden, auch die einzige berechnete sei ..."

Abgelehnt wurden auch manchmal Entdeckungen von Leuten mit niedrigerem professionellem Stand, was eine Rolle gespielt haben sollte bei der Anerkennung von OHM und von dem Amateur-Vererbungsforscher GREGOR MENDEL, dem Augustinermönch in Brünn/Brno, der in Wien nicht einmal die Prüfung als Gymnasiallehrer bestanden hatte, aber immerhin 1865 in den nicht sehr stark beachteten Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn veröffentlichen konnte. Laien sind oftmals vor Titeln besonders unterwürfig, denn wie sagen sogar Vorzimmerdamen von Professoren zu Doktoranden den die eine abweichende Meinung äußern: "Wie wollen Sie das denn wissen, Sie sind doch nicht Professor." Ablehnung von Fachfremden gibt es auch, Mediziner lehnten dann Außermedizinisches ab (S. 601). Aber **wissenschaftliche Ergebnisse**, vor allem experimentelle, lassen sich **generell**, wenn auch manchmal nicht leicht, **überprüfen**.

### **Das Konzept von Fortschritt/Progreß und seine Problematik**

Die Entwicklung der Wissenschaften kann man einordnen in die Entwicklung der Ideen, der Kultur allgemein, als Teil dieser. Gerade für die Wissenschaft wurde ab dem 16. und 17. Jh. anerkannt, daß es immer "großartiger" wird, das **Ausmaß an Erkenntnis zunimmt**, "Fortschritt" stattfindet. Für die gebildeten Europäer nahm die Kenntnis der Erde seit den großen Seefahrten des Entdeckungszeitalters gewiß immer mehr zu, wie jeder Vergleich verschieden alter geographischer Karten demonstriert. Auch in Botanik, Zoologie und Anatomie wurden immer neue Sachverhalte erfaßt. GUERICKE betonte 1672 (s. 1968, S. 3), daß man noch vor wenigen hundert Jahren ein wenig zureichendes Bild vom Weltenbau besaß, jetzt aber sehr wohl. Auch GUERICKEs Weltenbild wurde bald geändert. Im 18. Jh., in der französischen

Aufklärung schrieb der vor allem als Organisator und Politiker hervorgetretene TURGOT über den "Progress" - wie allerdings auch über das Absinken der Wissenschaften - so zuerst 1748 (R. NISBET 1975). Der menschliche Fortschritt in den Wissenschaften wie in Kunst und Gesellschaftsstruktur sollte sich gemäß TURGOT aber wie ein Naturgesetz durchsetzen, in eine womöglich endlose Zukunft fortgehen, zumal durch die Wissensweitergabe an die folgenden Generationen. Bewunderer von TURGOTs Fortschrittsgedanken wurde der 1793 als Girondist verfolgte CONDORCET (s. 1963), der den allgemeinen Kulturforschritt auf einer allerdings noch unzureichenden Faktengrundlage beschrieb, von der Bildung der ersten ursprünglichen Familien bis zur Gegenwart. Ein grundlegendes Fortschrittsbild besaß um 1830 der französische Philosoph COMTE, der in der Entwicklung des menschlichen Geistes **3 große Stadien** unterschied: **1. ein religiöses, 2. ein metaphysisches, 3. ein "positives"**. Zunächst wäre nahezu ausschließlich religiös gedacht und geglaubt worden. Dann wurden spekulative philosophische Weltsysteme entworfen. Dann die Nutzlosigkeit von Religion und spekulativen Weltsystemen für die Erfassung der Welt eingesehen und sollte das als wissenschaftliche anzusehende Denken nur noch in der Erfassung einsichtiger Fakten bestehen. COMTE selbst wurde später in seinem Leben zwar wieder religiös, aber solche Versuche der Erfassung von Stadien blieben. Vom "animistischen" Denken etwa sollten die Völker zur mechanistisch-rationalen Weltbetrachtung gekommen sein. Etwa 1912 (S. 30 ff.) sah das in einem Vortrag der Physiologe VERWORN. Durch seine Sinneseindrücke kam der 'Mensch' zu Gedanken, zu Ideen: "Unser logisches Denken hat sich im engsten Anschluß an das Geschehen in der Außenwelt entwickelt und wird von der Außenwelt andauernd weiter gezüchtet" (S. 30). Es gibt also keine eingeborenen Ideen, und jene, die man dafür hält, sind möglich geworden, weil beim dem Umgang mit der Außenwelt entstanden und dort bestehen. "Unser logisches Denken", heißt es weiter, "ist eine geistige Reproduktion der Gesetzmäßigkeit, die in der Außenwelt herrscht." Zitiert wird MACH mit seiner Vorstellung der "Anpassung der Gedanken an die Tatsachen." Die Geräte und dann die Kunst der Steinzeit sind Ausdruck von Ideen und es kann versucht werden, von da an die Entwicklung des "menschlichen Geistes" zu verfolgen. Immer mehr Erfahrungen sammelten die Menschen und mit ihnen änderten sich die Weltvorstellungen. Dabei gilt, daß "die Summe von Erfahrungen, die in einem Volke lebt, die Summe von Erfahrungen, die der Einzelne besitzt, entspringt ja nur der Beobachtung eines unendlich winzigen Bruchteils der gesamten Wirklichkeit, und dieses



Bruchstück ist für jedes und für jedes Individuum wieder in vielen seiner Glieder verschieden" (S. 31). Gehend "am Gängelbände der Erfahrung" kam es für den Menscheng Geist zu sich ablösenden Stufen ähnlich wie bei COMTE. Dabei "liegt" die "unendlich viel längere Wegstrecke der menschlichen Geistesentwicklung ... in der vorhistorischen Zeit" (S. 5). Zuerst behauptet VERWORN sah ein frühes "Zeitalter des naiv praktischen Geistes." Aber noch in der Steinzeit folgt "das Zeitalter des theoretischen Geistes", in dem man "beginnt", und etwa Grablegung und Höhlenmalerei zeigen das, "über sich selbst und seine Umgebung zu spekulieren" (S. 39), Es gibt "Theorien über Leben und Tod, und Geist und Körper, über Vergangenheit und Zukunft des Menschen, Phantasien über unsichtbare Mächte und ihr geheimnisvolles Walten" und Hypothesen über Herkunft der Tiere, der Menschen, der Welt überhaupt (S. 39). Der "Periode des phantastisch religiösen Spekulierens" (S. 40) folgt die bis ins später Mittelalter reichende "Periode des scholastisch rationalistischen Spekulierens" (S. 41). Die Antike habe sich von religiösem Spekulieren schon einmal frei gemacht, aber das bricht dann ab. "Erst nach tausendjähriger Schulzeit werden die germanischen Völker" ab dem 15. Jh. "die Begründer" der "jüngeren Stufe in dem langen Zeitalter des theoretisierenden Geistes, die ... kritisch experimentellen Denkens" und die Theorien werden "an der Hand der Erfahrung" geprüft (S. 41/42). Die Überwindung der Religionen, die ja nicht auf Erfahrungen aufbauen, wären dann der große Fortschritt!

Der führende Wissenschaftshistoriker GEORGE SARTON (C. D. HELLMAN 1958) sah zunächst **allein in den Wissenschaften** unter allen als Kultur anzusprechenden Bereichen einen echten **Progreß**. Nur in den Wissenschaften vermehrten sich die Errungenschaften zu etwas Bleibenden, zum Positiven, verbesserten sich die Kenntnisse, das Wissen, und das kaum mehr rücknehmbar. Später bezog er Religion, Kunst, Gesetze, Institutionen in diese Betrachtung eine allgemeinen progressiven Entwicklung ein.

Hinter solchen Erkenntnissen standen auch allgemeine Fragen über die Entwicklung der Menschen, des menschlichen Gehirns, der sich wandelnden Emotionen. Hätte ARISTOTELES in der Antike durch entsprechende Belehrung EINSTEIN verstanden? ARISTARCH von SAMOS hatte ja COPERNICUS vorweggenommen. Warum hatte der 'Gott' der Gläubigen nicht von vornherein alles Wissen mitgegeben, wenigstens an die Priester? Warum die Suche, auch nach den Sinnfragen?

Namentlich in den Einzelkenntnissen, das heißt in der Datenmenge, auch in der Meßgenauigkeit (P. BROSCHE 1985), etwa der Atomgewichte (Atommasse), erscheint die Wissenschaft durchaus als **kumulativ** vorangeschritten. Alle neuen Pflanzen- und Tier-Arten, alle neuen Fossilien, neu entdeckte Länder, Seen, Berge, neu gefundene Mineralien, Himmelskörper, alles das war kumulative Wissenszunahme. Und nur **durch Anhäufung** von **viel solchem Material** waren auch viele **allgemeine Einsichten** zu erlangen, wurde Quantität neue Qualität. Nicht mit Einzelfossilien, mit der Kenntnis ihrer Fülle in den einzelnen Erdzeitaltern gab es Erkenntnisse über die Entwicklung des Lebens, die Massenaussterben, die Plötzlichkeit oder Allmählichkeit in der Entwicklung neuer Lebewesen, die Geschwindigkeit in der Entstehung neuer Formen. Und mit der Suche nach jedem neuen Gebilde wurden auch ganz neue Formen etwa unter den Pflanzen- und Tier-Arten oder den Fossilien gefunden.

Auch nahezu alles, was im 19. Jh. an neuen Einsichten in der Physik hinzukam, konnte bis gegen 1890 im wesentlichen als sich häufender Fortschritt verbucht werden. Diese Vorstellung aber änderte sich mit jenem "Umsturz im Weltbild der Physik" nach 1900, der die Grenzen bisherigen Wissens verdeutlichte und es relativierte, auch wenn gewiß vieles von der bisherigen Wissenschaft im neuen Weltbild "aufgehoben" wurde. Aber der Bruch war offensichtlich. Das Bild vom rein kumulativen Wissenschaftsfortschritt war zu korrigieren. Zeitbedingte frühere Weltbilder wurden damit interessanter Gegenstand der Betrachtung.

Manche Wissenschaftsjournalisten im 20. Jh. **meinten** zu wissen, daß sich der Wissensstoff **in immer kürzeren Zeiträumen verdoppelt**. Gemessen wurde das nicht. Offen blieb, was im einzelnen zu dieser Wissenszunahme zählt, ob jede Berichtigung in den Artikeln der Lexika, jede neue Tier-oder Pflanzen-Art selbst bei einer schon als artenreich bekannten Gruppe (Sippe, Taxon), jeder aufgefundene Meteor, jede neu erschlossene archäologische Fundstelle. "Fortschritt" sollte auch in besserer Prognose liegen, aber auch dabei blieben Enttäuschungen nicht aus. Die "Machbarkeit" von Dingen hat gewiß gewaltig zugenommen, wofür der Kernreaktor in Chikago 1943 ebenso spricht wie die Atombombe 1945, die Weltraumflugkörper, nunmehr die Gentechnik. Wird hier "Fortschritt" bezweifelt, dann eher im Zweifel über den Nutzen dieser Errungenschaften für die Mehrheit der Menschen.

Von "**Fortschritt**" ließ sich nicht nur im Großen, sondern auch **in Einzelbereichen** sprechen. So bei der Erforschung jeder Krankheit, etwa bei der

**Malaria.** Bei der mikroskopischen Untersuchung des Blutes von Malariakranken waren vermeintliche pigmenttragende Leukozyten (weiße Blutkörperchen) aufgefunden worden und schien sich in diesem Befund ein Schlüssel zum Verständnis der Malaria anzudeuten. Am 6. November 1880 entdeckte der französische Mediziner ALPHONSE LAVERAN (M. JANTSCH 1948), daß diese für pigmentierte Leukozyten gehaltenen Gebilde lebhaft bewegte Geißeln ausstrecken, sie also tierische Erreger im Blut sind. RONALD ROSS in Indien bewies, daß Mücken beim Blutsaugen die Malariaerreger aus dem Menschenblut aufnehmen und die in den Mücken sich entwickelnden Keime wiederum auf Menschen übertragen werden. Damit wußte man sehr viel mehr als je zuvor über diese in der Besiedlung der warmen Länder so hemmende Krankheit Malaria und konnte überlegt an ihre Bekämpfung gehen. Daß armen Ländern die Mittel für ausreichende Gegenmaßnahmen fehlen und sich Malaria in den letzten Jahrzehnten des 20. Jh. in manchen Gebieten sogar wieder ausgebreitet hat, ist mangelnder "Fortschritt" in der Anwendung von Erkenntnissen, nicht bei den Erkenntnissen selbst.

**Kritik am "Fortschritts-Konzept"** kam auch aus der Überlegung, ob denn die naturwissenschaftlichen Fortschritte auch mehr Humanität, **mehr Kultur** und Zivilisation bringen. So bezweifelte den Wert der Wissenschaft im 18. Jh. JEAN JACQUES ROUSSEAU, weil Wissen die Menschen egoistisch macht. LEO TOLSTOI (s. 1978, S. 246) notierte am 24. April 1895 in seinem "Tagebuch", daß er Fortschritt nicht in der Elektrizität und in der Luftfahrt sieht, sondern "den Fortschritt der Brüderlichkeit, der Einigung, der Liebe, der Errichtung des Reiches Gottes auf Erden." Da TOLSTOI aber die mühevollen Arbeit der dienenden Menschen bedauerte, notierte er am 28. April (S. 247) auch: "die Naturgesetze studieren und nach Methoden zur Erleichterung der Arbeit suchen: Maschinen, Dampfkraft, Elektrizität", die er sinnvoll angewandt wissen wollte. In der zweiten Hälfte des 20. Jh. stellte der in den USA lebende und aus Wien stammende Biochemiker ERWIN CHARGAFF die Frage, ob die Menschen am Ende des 20. Jh. trotz aller "Fortschritte" der Wissenschaftler glücklicher sind als die Menschen der Zeit von LAVOISIER und MOZART, damals, am Ende des 18. Jh. in der Morgenröte so vieler Hoffnungen, als die großen MOZART-Opern erstmals aufgeführt wurden.

Strittig blieb "Fortschritt" in den "**Geisteswissenschaften**", ja selbst in der Psychologie. Am Anfang des 18. Jh. stritten sich in Frankreich **die "Alten" und**

**die "Modernen"** über die Möglichkeit von "Fortschritt" in der Kunst, besonders der Dichtkunst. Die Überlegenheit der alten Philosophen und Dichter wurde in Frankreich vor allem von BOILEAU und außerhalb von dem irisch-englischen Schriftsteller SWIFT vertreten. Der Sieg gehörte dann aber insgesamt denen, die wie FONTENELLE und PERRAULT die Kunst im Staate des Sonnenkönigs LUDWIG XIV. höher ist als die der Epoche des römischen Kaisers AUGUSTUS schätzten. Die Texte des Altertums wurden jedoch immer wieder gelesen und interpretiert, nicht nur, weil sie Vorläufer späterer Texte waren, sondern weil in ihnen etliche grundlegende Probleme über Natur und Menschen in weiterhin diskutabler Weise erörtert werden. Immer wieder wurde auch gefragt, ob es "Fortschritt" in der Musik, in der Malerei, der Architektur gibt. Für die Architektur kann die Frage wichtig werden, wenn über die Gestaltung der Städte und Dörfer mit historischer oder modernistischer Architektur gestritten wird. Auch für die Nationalökonomie wurde nach den "Fortschritten" in den grundlegenden Gedanken seit ADAM SMITH gefragt, und für die "Marxisten-Leninisten" blieb KARL MARX der unübertreffbare Klassiker. Für andere Historiker und Soziologen bekam MAX WEBER eine fast ähnliche Stellung, und manche sehen in FREUD einen Gipfelpunkt der Psychologie. Ein Naturforscher wie K. E. VON BAER, der für die Naturwissenschaften zum "Fortschritt" beitrug, sah in der Philosophie keinen wirklichen Fortschritt, sondern nur Wiederholung derselben Möglichkeiten (R. STÖLZLE 1897). Der Physiker MAX BORN meinte (1969, S. 64): "Ich habe mich bemüht, Philosophen aller Geschichtsepochen zu lesen, und viele erleuchtende Gedanken gefunden, doch keinen ständigen Fortschritt zu tieferer Erkenntnis und eingehenderem Verständnis. Die Naturwissenschaft hingegen vermittelt mir das Gefühl eines beständigen Fortschritts; ..."

Für den Naturwissenschaftler ist die Hoffnung und Erwartung von künftig neuen, "besseren" Erkenntnissen vielleicht eine sie stimulierende Einsicht. BOLTZMANN erinnerte in einer wichtigen Rede 1899 (S. 122) seine Zuhörer daran, daß, gemäß seinem Wissen, ein spartanischer Kriegerchor vorgerückten Alters den Jünglingen von Sparta zugerufen habe: "Werdet noch tapferer als wir!" Das sollte man auch den künftigen Forschern am Ende des 19. Jahrhunderts für das kommende 20. Jahrhundert zurufen.

**Sich bedingende Entdeckungen und Leistungen - Aufbau von Forschungen auf vorangegangenen**

Einmal aufgestellte Hypothesen, neue Konzepte, ebenso Tatsachenbefunde, bildeten die Grundlage für weitere Hypothesen und Entdeckungen. Entdeckungen bedingten einander, bauten aufeinander auf, oft in langer Entwicklungsreihe.

In blumenreicher Sprache apostrophierte in diesem Sinne J. MOLESCHOTT (1894, S. 92) die embryologischen Erkenntnisse von TH. L. W. BISCHOFF als "Leuchtturm, dem alle späteren Bearbeiter der Entwicklungsgeschichte, die grundlegenden und die krönenden, zusteuern, seines Lichtes sich freuend bedienend". Die Entdeckung des dänischen Naturforschers OERSTED 1820, daß ein **fließender elektrischer Strom eine nahe Magnetnadel ablenkt**, eine in der Beobachtung einfache Entdeckung, brachte bald zahlreiche weitere Entdeckungen, Überlegungen zum Magnetismus und andere, ja gipfelte 1830 in der Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch FARADAY, die wiederum Voraussetzung für die Dynamomaschinen 1866 war. Nachdem HEINRICH HERTZ (O. WIENER 1922) 1887 gefunden hatte, daß zwei Funkenstrecken einander beeinflussen, nämlich das Überspringen eines Funkens den Übergang eines zweiten auf einer benachbarten Funkenstrecke erleichtert und das auf ultraviolette Strahlenwirkung zurückgeführt wurde, wurde WILHELM HALLWACHS (1888, 1889) angeregt, die Einwirkung des Lichtes auf elektrostatisch geladene Körper zu untersuchen. Er fand, daß Licht negative Ladung (also Elektronenüberschuß) beseitigt, was als Hallwachs-Effekt bezeichnet wurde. Systematisch wurde durch HALLWACHS nun allen möglicherweise den Vorgang beeinflussenden Umständen nachgegangen, von der Temperatur bis zur Oberflächenbeschaffenheit des vom Licht getroffenen Körpers. Diese Forschungen mündeten schließlich in die von ELSTER und GEITEL konstruierte Fotozelle.

In einer aufeinander angewiesenen Folge kam die Auffindung (A. H. COMPTON 1938, S. 120 ff., J. JEANS 1934) etwa der Kathodenstrahlen, der X- (Röntgen-) Strahlen, die Entdeckung der Radioaktivität (s. Zufallsentdeckungen), daraus etwa die absolute Zeitfeststellung für geologische Ereignisse, die Induzierung von Mutationen (1927), die "tracer" - Methode u. a.. COMPTON (1938, S. 121) legte dar: Der "whole body of science is closely interrelated". FRIEDRICH HUND (zitiert aus P. MITTELSTAEDT 1971) nahm für die Physik an, daß der Zufall zwar bestimmte Begegnungen mit Informationsübermittlung zwischen bestimmten Gelehrten zustandebrachte, aber ansonsten der "**Sachzwang**" gerade in der Physik die meisten Alternativen ausschloß und der jeweilige Stand der experimentellen Technik die

bearbeitbaren Fragen bestimmte. Immerhin wäre so anzunehmen, daß auch ohne PLANCK die von ihm gemachten Entdeckungen wenige Jahre durch andere Forscher gekommen wären. "Der Grund für dieses erstaunliche Phänomen", liest man bei HUND (P. MITTELSTAEDT 1971, S. 18), "liegt in der außerordentlich hohen Kohärenz der Physik, d. h. in der Tatsache, daß es kein Naturgesetz gibt, das von den übrigen Naturgesetzen völlig unabhängig ist". Förderung nur bestimmter Gebiete könne auch diese geförderten Gebiete benachteiligen, wenn Erkenntnisse aus den nicht geförderten Gebieten für die Förderbereiche erforderlich sind.

Um ein Beispiel aus der Chemie zu wählen: Die so außerordentlich wichtige **Erforschung der Pflanzenernährung** war daran gebunden, daß wenigstens Kohlendioxid, Sauerstoff, Stickstoff und die summarische Zusammensetzung der organischen Substanzen in den Pflanzen bekannt waren und zur Feststellung der Mineralernährung die chemischen Elemente wie Kalium, Phosphor, Calcium und andere erfaßt werden konnten (W. CROCKER 1938).

### **Trend vom nur beschriebenen oder zu ihrer Zeit lediglich beschreibbaren Phänomen zu dessen Erklärung und Einordnung in Zusammenhänge**

Das **Blau des Tageshimmels** und die **Abendröte** sind zunächst nichts als Phänomene. Die Physik, die Optik, konnte sie zurückführen auf die Eigenschaften des Lichtes, der Lichtwellen. Dem uralten bekannten Phänomen folgte im 19. Jh. die Erklärung. **Blitze** in der Atmosphäre wurden immer gesehen, auch beschrieben, waren ein gefürchtetes, für viele nur göttlich zu erklärendes Phänomen. Als elektrische Erscheinungen wurden sie im 18. Jh. erkannt. Voraussetzung ihres Entstehens ist wohl eindeutig die Trennung elektrischer Ladungen und so paßt die Entstehung der Blitze in die **Ionen-Theorie**. Noch immer Forschungsgegenstand ist das Zustandekommen ausreichender Trennung elektrischer Ladungen in der Atmosphäre, durch hochwirbelnde Luft etwa und so im Vergleich mit der Wasserfall-Elektrizität. Bei der Ernährungsforschung wurde deutlich, daß, auf jeden Fall für den Menschen, bestimmte Aminosäuren von außen zugeführt werden müssen, die **essentiellen Aminosäuren**. Das war **das** reine **Phänomen**, noch ohne das 'warum'. Nunmehr wurde aufgeklärt, daß diese spezifischen essentiellen Aminosäuren in spezifisch wirkende Enzyme eingebaut werden, also wurde ihre unersetzbare Funktion aufgeklärt. Bei Untersuchungen zur Geschlechtszellen-Reifung bei **Wanzen** entdeckte 1891 HERMANN HENKING (Wikipedia

2015), daß **Männchen und Weibchen** eine **unterschiedliche Zahl der Chromosomen** besitzen, was auch McCLUNG fand. Damals "war nicht zu vermuten, daß schon ein Dutzend Jahre später dieser rein deskriptive Befund zum Angelpunkt grundlegender Vorstellungen der Vererbungslehre werden würde" (zu HENKING in B. KLATT 1954, S. 13), der von den Geschlechtschromosomen, die es auch ansonsten im Tierreich gibt.

### **Die Ansicht von fehlender Zwangsläufigkeit in der Wissenschaftsentwicklung**

ELKANA (1986, S. 121) andererseits diskutierte, daß "nichts Zwangsläufiges in der Einzigartigkeit der westlichen Wissenschaft" liegt, daß sich die Wissenschaft **auch anders als geschehen** hätte entwickeln können. In der ganzen Weltgeschichte ist die Determiniertheit der Ereignisse so fest nicht gewesen. COLUMBUS hatte wegen Geld für eine Seereise über den Atlantischen Ozean an verschiedene Türen geklopft, und auch jemand anders als ISABELLA von Kastilien hätte darauf eingehen können. Von England aus hätte COLUMBUS vielleicht eine weiter nördlich verlaufende Route gewählt, wie GIOVANNI CABOTO 1597 von Bristol aus und die Entdeckungsgeschichte für Amerika wäre anders verlaufen. Aber es gibt auch "einleuchtende" Gründe, warum gerade Kastilien im Jahre 1492, dem Jahr des Sieges über das letzte islamische Emirat auf der Iberischen Halbinsel, Granada, dem COLUMBUS drei Schiffe gab.

Aber nicht nur wegen "externer" Faktoren, auch aus innerwissenschaftlichen Gründen konnte eine andere Entdeckungsfolge möglich gewesen sein. Es konnte etwa für eine biologische Untersuchung als erstes andere Organismen gewählt worden sein, als es der Fall war. FRANCIS BACON sprach von "**Prärogative der Beispiele**" (zitiert nach J. HERSCHEL 1836), das heißt etwas, das in die Augen fiel, wurde eher Ausgangsobjekt für Untersuchungen als zunächst vielleicht zufällig verborgene Dinge. Der Geologe SERGE von BUBNOFF überlegte einmal (1940), wie sich die Geologie entwickelt hätte, wenn sie zuerst im osteuropäischen Tafelland anstatt im westlich davon gelegenen Europa betrieben worden wäre. In vielen Regionen von Osteuropa mußte für den Erdgeschichtsforscher manchmal das eher "lähmende Gefühl" aufkommen, daß hier in den letzten 550 Millionen Jahren nicht viel passierte: Plastische Tone und lockere Sande im Kambrium im Unterschied zu den stark

veränderten kambrischen Schichten im übrigen Europa, fernerhin im Osten kreidige Kalke und Braunkohlen im Karbon, cephalopodenfreies Devon mit Merkmalen eines flachen Binnensees anstatt des mitteleuropäischen Devonmeeres, dann kalkfreier Jura und kaum Tektonik (Gebirgsbildung). Aber es gibt andererseits Gründe, warum eben in anderen Teilen Europas die neuere Naturwissenschaft und ab dem 18. Jh. auch die Geologie aufkam, auch wegen praktischer, bergbaulicher Probleme. Auch in Osteuropa war dann noch genügend zu erforschen.

### **Die problematische Gebäudebau-Analogie für die Wissenschaftsentwicklung - Ungleichmäßigkeiten in der Entwicklung innerhalb von Wissenschaftsdisziplinen und zwischen verschiedenen Wissenschaften**

Die Gesamtheit wenigstens der Naturwissenschaften wurde manchmal mit einem Gebäude verglichen. Die verschiedenen Teile der Wissenschaften sollten wie die verschiedenen Teile und Etagen eines Gebäudes miteinander im Verbund stehen. Allerdings ist der Bau dieses Gebäudes, wenn man schon diesen Vergleich überhaupt als berechtigt sehen will, durch die verschiedenen Forscher in den verschiedenen Zeiten von ganz verschiedenen Seiten und Orten her und vor allem keineswegs Stockwerk für Stockwerk gebaut. Was unabhängig voneinander begonnen wurde, rückte erst danach in ein Ganzes. Ohne dieses Herangehen von verschiedenen Seiten her hätte beispielsweise die Physiologie in vielen Teilen warten müssen, bis die Physik und dann die Chemie ihr die nötigen Voraussetzungen zur eigenen Entwicklung geboten hätten. Aber die Physiologen haben sich bemüht, auch ohne die Chemie und Physik schon so viel als möglich von den Lebensprozessen zu erkennen. Der Freiburger Zoologe AUGUST WEISMANN sah deshalb 1886 (1892, S. 360): "Denn keine einzige Wissenschaft, auch die Physik nicht, hat ihren Bau von unten angefangen, vielmehr haben sie alle mehr oder weniger hoch oben in der Luft begonnen und dann weiter nach unten gebaut; ..." Der Chemiker A. W. HOFMANN hatte in seinem Nekrolog auf den französischen Chemiker DUMAS 1884 (S. 664) das Bild von dem von Nebel verhangenen Gebirge gewählt, in dem bei fallendem Nebel zunächst einzelne Gipfel auftauchen und diese schließlich zusammenfließen und dann auch Teile des Tales sichtbar werden. Der Kieler Botaniker JOHANNES REINKE verglich 1900 die im 19. Jh. angehäuften Naturwissenschaften mit "einem mächtigen, breit daherfluthenden Strome, der



aus tausendfachen Quellen gespeist wird." Der englische Genetiker CYRIL DEAN DARLINGTON (1953, S. 418) schrieb von den zueinander kohärenten und inkohärenten Bestandteilen im Körper der wissenschaftlichen Kenntnisse wenigstens der Biologie. Die kohärenten Teile sind wie die zueinander passenden Maschinenbauteile, die man zu einer Maschine zusammensetzen kann. Aber es gibt auch Teile, die nicht in den Gesamtbau hineinpassen, jedenfalls - mag man ergänzen - noch nicht, die eben unsere noch bestehende Unwissenheit offenlegen und die anzugehende Probleme anzeigen. Ausbau in der Wissenschaft geschieht aber nicht nur durch Erweiterung der Grenzen, also bei der Gebäudebau-Analogie durch das Aufsetzen neuer Stockwerke oder Anbauten, sondern auch durch Präzisierung, durch Sicherung im Inneren, Innenausbau, etwa im Sinne des Zoologen SIEGFRIED BECHER (1924, S. 60) in seiner Beurteilung des Kollegen SPENGLER, daß unsere "Wissenschaft ... nicht nur einem an den Grenzen wachsenden Riesenreich, sondern mehr noch einem im Innern immer klarer sich konstituierenden Staate zu vergleichen ist ..."

Zweifellos gibt es mehr tragende und mehr "getragene" Wissenschaften. Die Abhängigkeit der Wissenschaften kann sich im Laufe der Zeit verstärken, wie in der **Physiologie** offensichtlich ist. So hat HARVEY den **Blutkreislauf** als Tatsache feststellen können durch etliche anatomische Sachverhalte und durch einige Experimente, namentlich das Abbinden von Blutgefäßen, um durch das Anschwellen vor oder nach der Abbindungstelle (Ligatur) die Strömungsrichtung des Blutes festzustellen. Auf Physik und Chemie war er dabei nicht angewiesen. RICHARD LOWER fand immerhin, daß in Berührung mit Luft das venöse dunkelrote Blut hellrot wird. Namentlich MAYOW stellte immerhin fest, ausgestattet noch mit ganz bescheidenen chemischen Kenntnissen, daß nur ein Teil der Luft beim Atmungsprozeß benötigt und verbraucht wird. Die volle Funktion des Blutkreislaufs festzustellen, die Rolle des Blutes beim Transport von Gasen, erforderte aber einige Kenntnisse über die Gase, und einiges wurde im späten 18. Jh. mit LAVOISIER deutlich.

Es wäre natürlich keine Lösung gewesen, wenn beispielsweise die Physiologie / Biologie oder die Geologie gewartet hätten, bis die Physik und Chemie alle Biologie und Geologie "tragenden" Grundlagen zur Verfügung gestellt hätten. Provisorische, in den Forschungsmethoden vom Standpunkt späterer Zeit primitive Schritte in eine neues Fachgebiet konnten weiterer Erforschung in wichtiger Weise vorarbeiten. Der **Gehirnforscher** FRIEDRICH GOLTZ hat

nach der Mitte des 19. Jh. in grober Weise bei narkotisierten Hunden am Schädel Löcher angebracht und dann mittels Einspritzen von Wasser, Einstechen von Nadeln, Auslöffeln von Hirnteilen, Schneiden mit Messer und Schere Hirnteile zerstört, ohne die Zerstörung zunächst einmal genau lokalisieren zu können, aber so angebracht, daß die Hunde aus der Narkose erwacht weiterlebten. Jetzt beobachtete Ausfälle und Auffälligkeiten im Verhalten wurden registriert, etliche Zeit später die Hunde getötet und am nunmehr seziierten Gehirn die betroffenen Gehirnteile festgestellt. So sollte die Lokalisierung von Einzelleistungen im Gehirn ermittelt werden. Die Ergebnisse waren erwartungsgemäß uneinheitlich, aber GOLTZ begründete seine Untersuchungen 1884 (S. 455) mit der Ansicht: "Die Hoffnung, dass demnächst mit neuen Methoden die Erforschung der Verrichtungen des Gehirns ungeahnt schnelle Fortschritte wird machen können, darf uns nicht von der Pflicht entbinden, mit dem Rüstzeug, welches wir bereits besitzen, wenigstens so weit vorzudringen, als uns möglich ist." Tatsächlich haben andere Hirnforscher noch im 19. Jh. Stellen im offen daliegenden Gehirn elektrisch gereizt und konnten die Wirkungen feststellen, die von bestimmten Hirnorten ausgingen. KONRAD LORENZ begründete die eigenständige, auch unabhängig von anderen Erkenntnissen stattfindende Erforschung eines Sachverhaltes damit (1943, S. 175), daß jedes "noch so verwickelt aufgebaute System" eben auch Eigengesetzlichkeiten besitzt, die nicht aus den elementaren Bestandteilen ohne weiteres erklärt werden können. Ein Organismus ist eben mehr als die Summe seiner Aminosäuren und mehr als die Summe seiner Proteine, so sehr die Proteine die Lebenseigenschaften bestimmen. Die Forschung, forderte LORENZ 1943 (S. 175) sogar, müßte von der "Ganzheit" zum Element gehen. "Es liegt", schrieb er, "nicht im Wesen der C-, N-, O-, und H-Atome, daß aus ihnen gerade Menschen oder Eichbäume entstehen müssen. Keine ihrer Eigenschaften macht gerade diese Endprodukte nötig und auch eine noch so grosse Kenntnis aller Eigenschaften der Elemente würde es grundsätzlich nicht ermöglichen, aus ihnen synthetisch die organischen Systeme abzuleiten, die aus ihnen bestehen. Wohl aber haften umgekehrt auch den höchsten Organismen wesentliche Eigenschaften an, die sich aus der Art und Struktur ihrer Elemente notwendig ergeben..." Als abzulehnenden "radikalen Mechanismus" bezeichnete es LORENZ (1967, S. 378), wenn mancher "das ganze Weltgeschehen aus den Prinzipien der klassischen Mechanik erklären und die Eigengesetzlichkeiten leugnen will, durch welche sich die höheren Geschehensprinzipien über die ihnen zugrunde liegenden erheben". LORENZ sprach später davon, daß bei der

Herausbildung neuer, höherer Strukturen auch neue Qualitäten auftreten, was er "**Fulguration**", Blitzbildung, nannte. So ergaben sich in den einzelnen Fachbereichen auch eigenständige Termini, wobei manchmal Die verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen bildeten zunächst nicht nur eigene Hypothesen und Theorien aus, sondern auch eine eigene Fachterminologie. ausbilden. Dieselben Worte wurden dann in verschiedenen Wissenschaften für unterschiedliche Dinge benutzt werden, so Begriffe wie "Kontinuum" oder "Diskontinuum", die in der Physik etwas ganz anderes beschreiben als etwa in der Erdgeschichtsforschung oder in der Evolutionstheorie.

Von den Forschungsmethoden wie von den Einsichten her gehen bestimmte Forschungsrichtungen vielfach anderen voran, manchmal auch ohne vordergründig einsichtsvolle Ursache. Es gibt ungleichmäßige Entwicklung in den verschiedenen Forschungsbereichen. In der biologischen und auch in der medizinischen Forschung ging die Beschreibung der Strukturen, die Strukturanalyse, der Aufklärung der Funktionen auch der eingehend beschriebenen Strukturen, der Funktionsanalyse, meistens voran. Gewiß hängt das zusammen mit der wohl oft größeren Schwierigkeit der Ermittlung der Funktionen. Die Anatomen kannten seit MORGAGNI, dem Begründer der **pathologischen Anatomie**, zunehmend, welche Organ- und Gewebeveränderungen bei den verschiedenen Krankheiten auftreten. Es konnte so wenigstens nach dem Tode, "post mortem", bei der Leichensektion eine sichere Diagnose gestellt werden, die aber oft aus äußeren Merkmalen auch schon beim noch lebenden Erkrankten einigermaßen sicher gestellt werden konnte. Zurück blieb die Ätiologie, die Aufklärung der Krankheitsursachen. Mit der Mikrobiologie ab vor allem 1875 und mit der Hormonforschung ab etwa 1890 wurden Krankheitsursachen in größerer Zahl bekannt. Der Pathologe PAUL LANGERHANS (N. MANI 1973, H. SCHADEWALDT 1982) hatte 1869 in seiner Dissertation bei RUDOLF VIRCHOW die verschiedenen Zellarten in der Bauchspeicheldrüse genau beschrieben, darunter als neu jene Zellen, die 1893 von EDOUARD LAGUESSE als Inselzellen, zusammengefaßt in den "Langerhansschen Inseln" bezeichnet. Die Funktion dieser "Inselzellen", die Produktion des Hormon "Insulin", wurde erst etwa 25 Jahre später bewiesen.

**Versuche zur quantitativen Erfassung des Ablaufs der Wissenschaftsentwicklung - Szientrometrie**

Den Ablauf der **Wissenschaftsentwicklung** und auch den der großen **Erfindungen quantitativ** zu erfassen war das Anliegen der **Szientrometrie**, die DEREK DE SOLLA PRICE mitbegründete. SOLLA PRICE (s. F. R. PFETSCH 1978) stellte eine Kurve auf, auf der über und unter dem als Abzisse aufgestellten Zeit-, dem Jahrhundertablauf als Ordinaten die Zahl der ihm wichtig erscheinenden Entdeckungen aufgetragen war. Das 16. Jh. mit COPERNICUS, das 17. Jh. mit GALILEI und der 'Wissenschaftlichen Revolution' erschien als eine Periode großer neuer Errungenschaften. Danach, im späteren 17. und dann auch im 18. Jh., konnte SOLLA PRICE nur viel weniger Entdeckungen als großartig anerkennen. Es erschien also ein "Auf und Ab in der Entwicklung von Wissenschaft und Technik". NEWTON, GIERICKE und andere muß man wohl noch zu den großen Leistungsträgern rechnen. Das späte 17. Jh, etwa und große Teile des 18. Jh. erschien regelrecht als Absacken. Aber man kann wohl kritisch anmerken: in der Chemie mit PRIESTLEY und LAVOISIER, in der Erforschung der Elektrizität. in der Geologie und teilweise der Biologie wurden gerade im 18. Jh. große Leistungen vollbracht oder wenigstens die Grundlagen gelegt, welche zu den Umwälzungen führten. Ohne vieles Vorangegangene, gerade auch im 18. Jh., hätte es weder LAVOISIER noch VOLTA gegeben. Die großen geographischen Entdeckungen auf der Erde fanden schon im 16. Jh. einen Niedergang, weil eben mit den technischen Mitteln der Zeit und den ökonomischen, kolonisatorischen Zielen vieles erreicht war. BARENTS hatte Grenzen beim Vorstoß nach dem polaren Norden erlebt. TASMAN steht dann mit seinen kaum bekannt werdenden Entdeckungen im 17. Jh. recht einsam da. Nach der Mitte des 18. Jh. kommt ein neuer großer Aufschwung in der Erschließung der Erde und vor allem der Ozeane und werden auch wissenschaftliche Ziele und Interessen dabei mit maßgebend. Mit der Szientrometrie kann auf große Linien verwiesen werden, aber reicht das für das Verständnis von Wissenschaftsentwicklung?

### **Forschungsmethoden in etlichen Fachgebieten immer gewaltiger und teurer - zur 'Big Science'**

Neue Forschungsmethoden verlangten immer wieder Lernen und Umlernen. Gerade die Forschungsmethoden wurden in manchen Wissenschaften immer teurer und neue Forschungsinstrumente trugen viel zu den **steigenden Geldausgaben** in den Naturwissenschaften bei. Die "little science" der Laboratorien noch um 1930 wurde, wie das namentlich SOLLA PRICE

formulierte, durch "**Big science**" abgelöst. Der Ausdruck "**Big science**" wird auf ALVIN M. WEINBERG 1961 zurückgeführt (R. JUNGK 1966). Erlebt hat das etwa MAX PERUTZ (1970) im Cavendish Laboratory in Cambridge, einer der führenden Forschungsstätten der Atomphysik, unter RUTHERFORD, der im Sommer 1937 66-jährig starb. Die Atomphysik benötigte größere Einrichtungen, Reaktoren zum Beispiel. Das Cavendish Laboratory wurde umstrukturiert, unter W. L. BRAGG, auf etwa Molekularbiologie, mit neuen Forscherpersönlichkeiten. Hier klärten dann WATSON und CRICK die Struktur der Desoxyribonukleinsäure und KENDREW die des Myoglobin, PERUTZ die des Hämoglobin. Im Jahre 1973 waren rund um die Erde knapp 104 Elektronenmikroskope installiert, die etwa 2 Milliarden DM gekostet hatten (P. SITTE 1973). Ohne bestimmte Apparate oder chemisch rein Substanzen konnten auch begabte Forscher in ökonomisch zurückgebliebenen Ländern oft mit der vordersten Forschung nicht mithalten. Forschungsapparate forderten auch eine Industrie mit Ingenieuren für die Herstellung und Wartung der von den Wissenschaftlern vielfach nicht mehr völlig durchschaubaren Geräte. Geld wurde damit vielfach ein limitierender Faktor ist, selbst in der Botanik. Mit weniger Wissenschaftlern, aber höchster apparativer Ausstattung war dann vielfach mehr zu erreichen als bei umgekehrten Verhältnis (W. CROCKER 1938).

Teilweise sehr große und finanziell aufwendige Einrichtungen waren nötig in der **Teilchenphysik** und auch der **Astronomie** mit der Erforschung von Radiowellen aus dem All, von Weltraumflugkörpern sogar abgesehen. Je winziger die zu erforschenden Gegenstände und je entfernter die zu untersuchenden Objekte, desto größer oft die Apparate und Anlagen (R. JUNGK (1966). Manchmal hatten schon früher politische Systeme im Wettbewerb um die größten Forschungsapparaturen gestanden und kam dieses Prestigedenken ehrgeizigen Forschern natürlich entgegen. NAPOLEON gab seinen Forschern größere Batterien von Voltzellen als sie in England gebaut worden waren. Im 20. Jh. errichteten nach der Einrichtung des Kernforschungszentrum CERN die Sowjets in Serpuchow, 100 Kilometer südlich von Moskau, eine Beschleunigungsanlage mit dreifacher Leistungsfähigkeit, worauf zu Anfang der 1970er-Jahre CERN und die USA eine noch gewaltigere Anlage konstruierten (V. WEISSKOPF 1991, S. 270). Die großen Apparate, so von CERN, mußten zur rentablen Ausnutzung möglichst ganztägig, also im Schichtbetrieb, eingesetzt werden. Die "Freiheit" der Forschung in bezug auf die freie Zeiteinteilung mußten dabei in größerem Umfang auf der Strecke bleiben. Mit

den großartigen Apparaten wurde andererseits ohnehin vor allem Routineforschung betrieben.

Aber es blieben auch neue wichtige Methoden, welche **nicht so aufwendig** waren, etwa die Methoden der **Chromatographie**, welche die Biochemie umgestalteten.

### **Quantitatives in Entwicklung in den Wissenschaften**

Daß die Zahl der Wissenschaftler und der Forschungseinrichtungen immer mehr zunahm, sogar zeitweilig exponentiell, wurde oft debattiert. Gewiß wurden immer mehr einzelne, auch aufwendige Probleme untersucht, konnte etwa das Verhalten einzelner Fledermaus-Arten in Indien jahrelang studiert werden. Aber kein Forscher und kein Kontrolleur, sprich: Evaluierer, kann einen weiten Überblick behalten, selbst in einem engen Bereich, die "intellektuelle Verarbeitung" (P. SITTE 1982) wird unvollkommen. Oft wird auch Belangloses, Unfertiges publiziert, um auf dem Markt zu bleiben.

Ein Problem wird die zahlenmäßige Zunahme von Wissen auch für die Allgemeinbildung, für die Gymnasien. Es müßte immer wieder erörtert werden, welche grundlegenden Kenntnisse sollte der Absolvent erwerben. Der einzelne Lehrer dürfte mit der Auswahl wohl auch bald überfordert sein. Zu dem ständig wachsenden Wissen kann man vielleicht auch sagen: Die Zahl der Inseln auf der Erde ist seit langem nicht mehr gestiegen, die Zahl der chemischen Elemente wurde um eine überschaubere Zahl höher, ebenso wohl die Zahl der grundlegenden Stoffgruppen in der organischen Chemie. BEILSTEINs Handbuch der organischen Verbindungen konnte auch im 19. Jh. keiner in sein Gedächtnis einprägen, aber viele Formeln von der Kenntnis der Grundkörper her verstehen - das geht auch heute.

### **Verlust von Wissen und wissenschaftlicher Tradition**

Mochte in der Neuzeit ein im wesentlichen stetes Fortschreiten in den Wissenschaften stattgefunden haben, gab es andererseits Völker, bei denen erworbene technische oder gar wissenschaftliche Kenntnisse verloren gingen, für immer oder für lange Zeit. Die Weitergabe vorhandenen Wissens, seine

**Tradierung**, ist also keine Selbstverständlichkeit und eine Kultur mit blühender Wissenschaft kann zu einem primitiveren Leben absinken.

Die Bewohner Tasmaniens mußten einmal über Wasser auf ihre Insel im Südosten Australiens gekommen sein, aber betrieben zur Zeit ihrer Entdeckung durch Europäer keinen Bootsbau. In der islamischen Welt galten in Marokko zeitweilig sowohl die südliche Hauptstadt Marrakesch (Marocco) wie im 12. Jahrhundert Fez als Stätten reichen Gelehrtenlebens, zu deren höheren Lehranstalten und Bibliotheken Schüler von weither anreisten. Im 19. Jahrhundert war davon nichts erhalten geblieben (A. von CONRING 1880). In Europa wurde die antike Wissenschaft für Jahrhunderte nur in kaum noch bekannten Manuskripten aufbewahrt, bis sie die Gelehrten "der" "Renaissance" hervorholten und neuem Verstehen erschlossen - ein in der Weltgeschichte recht einmaliger Vorgang. Mit dem Brand der Bibliothek von Alexandria, aber auch durch anderweitigen Verlust von Handschriften mochten allerdings manche erarbeiteten Ideen ganz verlorengegangen sein, und es muß offen bleiben, ob alle jemals gefaßten Ideen bis heute wieder gedacht wurden (M. RUBNER 1910, S. 9). Der französische Aufklärer CONDORCET (s. 1963, S. 335) sah am Ende des 18. Jh., daß nunmehr so viele aufgeklärte Menschen leben und leben werden, daß neue Errungenschaften nicht wieder dem Vergessen "anheimfallen" könnten. So gibt es eben im 20. und 21. Jh. keine Möglichkeit, das Wissen um gefährliche Dinge, über im Krieg verwendbare Giftgase oder gar die Atombombe, wieder völlig in Vergessenheit zu tauchen; es kann eines Tages von Leuten benutzt werden, die an seiner Entstehung nicht beteiligt waren und auch der friedliebende Staat muß seine Anwendung von irgendwelchen ihm feindlichen Regierungen fürchten.

### **Zunehmende Lösung von den Autoritäten**

Phasen entscheidenden Wandels in der Wissenschaftsentwicklung waren mit der Abwendung von bisherigen Lehren und damit auch von bisherigen Autoritäten verbunden. Namentlich war das im 17. Jh., in der "Wissenschaftlichen Revolution", der Fall. Jedoch neue Autoritäten konnten sich immer wieder ein großes Ansehen verschaffen und Wissenschaft wurde immer wieder weithin im Rahmen der von bedeutenden Gelehrten vertretenen Paradigmen betrieben. Unabhängiges Denken findet an inneren psychischen wie auch äußeren Gründen seine Grenzen. Der junge Mensch bekommt man zunächst vor allem immer wieder und wieder die von den tragenden Personen vertretenen Meinungen

ein"gehämmert", oft solange, bis die Lust am ausgreifenden Fragen unterbleibt. Kritiklose Akzeptierung der von den angeblich führenden marxistisch-leninistischen "Gelehrten" im früheren Ostblock verlangten Ideen bereiteten allein den Weg zur Karriere. Aber auch ohne Zwang übten als Autorität geltende Forscher oft mehr Einfluß aus als günstig war. Dem führenden Biochemiker RICHARD WILLSTÄTTER gelang es nicht, einzelne definierte Enzyme aus lebenden Geweben herauszulösen. Er zog daraus die Schlußfolgerung, daß es gar keine einzelnen, isolierbaren Enzyme gibt, sondern etwa an Kolloiden die Stoffwechselprozesse kaum trennbar ablaufen. Das entmutigte andere, Enzyme zu suchen. Jedoch der amerikanische Biochemiker JAMES BATCHELLER SUMNER (1926, 1948) glaubte doch, daß sich aus der Jackbohne das harnstoffspaltende Enzym Urease herauslösen läßt und hatte nach fast 9-jähriger Arbeit Erfolg. Lösung von der durchaus auch verdienstvollen Autorität brachte hier den "Fortschritt", wobei kritisches Verhalten gegenüber neuen unkonventionellen Gedanken nicht generell eine Untugend ist.

Der Philosoph MAX SCHELER hat in seiner etwas aufwendigen Sprache zu den Autoritäten einmal geschrieben (s. 1947, S. 18/19): es sollten sein "die Vorbilder nicht Gegenstand der Nachahmung und der blinden Unterwerfung - wie so oft in unserm autoritätssüchtigen deutschen Lande - sie sind nur Wegbereiter zum Hören des Rufes unserer Person; sie sind nur anbrechende Morgenröte des Sonnentages unseres individuellen Gewissens und Gesetzes. Jene Vorbilderpersönlichkeiten sollen uns frei machen, und sie machen uns frei zu unserer individuellen Bestimmung und zur vollen Ausladung unserer Kraft." So kann man es ausdrücken, wenn man anders als andere schreiben will - na bitte!

### **Sich ablösende "Moden" in der Wissenschaft**

Folgten zahlreiche führende Wissenschaftler einem neuen Prinzip oder einer neuen Methode und glauben von dorthin alle Lösung zu finden und wurden Skeptiker dann sogar zu Sonderlingen gestempelt ungeachtet bisherige Probleme ihre Bedeutung noch keineswegs verloren hatten. konnte auch in den Wissenschaften von "Moden" gesprochen werden, die in den Naturwissenschaften zeitweilig alles bestimmten. Auch im Zeitalter der Experimentalbiologie ist "Taxonomie" notwendiger Bestandteil der Biologie, wenn ihr auch nicht mehr jene Achtung wie zur Zeit von LINNÉ oder CUVIER entgegengebracht wird und man sollte das von der Taxonomie auch ausreichend



sagen. Als die Mechanik und die Erklärung der Natur nach **mechanischen Prinzipien** als möglich galten, haben sich die besten Geister gerade in diesem Sinne betätigt. HANS DRIESCH glaubte festzustellen (1899, S. 37), daß der Triumph der Mechanik "verschuldet, dass sich gerade die Besten unter den Forschern lange Zeit nur jenen Disziplinen zuwandten, in denen sie glaubten, mit mechanischen Methoden arbeiten zu können, also der Physik und in zweiter Linie der Chemie, dass aber die Biologie als exakte Wissenschaft vernachlässigt ward, so weit es sich nicht um Vorgänge an lebenden Körpern handelte, die man ohne Weiteres glaubte physikalisch-chemisch "erklären" zu können". Mit Physik und Chemie waren andererseits allerdings tatsächlich Grundlagen geschaffen worden, auf denen die Physiologie aufbauen konnte und nur in Anwendung dieses Konzepts, dieser "Mode", konnten auch mögliche Grenzen der physikalisch-chemischen Erklärungen der Lebenserscheinungen deutlich werden. In der Nervenphysiologie wurde

Aber auch im kleineren Rahmen bestanden solche "Moden", die einseitige zeitweilige Vorherrschaft einer bestimmten Ansicht, die oft eines Tages besonders vehement gestürzt wurde, namentlich wenn sie fast erzwungen wurde. So wurde die PAWLOWsche Lehre von der Zurückführung aller psychischen Leistungen auf die "bedingten Reflexe" zeitweilig stark überschätzt (K. LORENZ 1940), wobei, unter STALIN in den sozialistisch-kommunistischen Staaten forciert, alle Medizin möglichst im Geiste PAWLOWs betrieben werden sollte. Der einzelne Arzt konnte sich kaum kritisch dazu äußern. Wer die offizielle Linie stützte konnte auf Vorteile hoffen. Mit MITSCHURIN und LYSSSENKO ging es dann vollends daneben. Als etliche Lehren des Ostens aus den 1950-er-Jahre auch hier stürzten oder auf ein Normalmaß zurechtgestutzt wurden, kamen auch hier manche der einstigen Befürworter in fast existentielle Not. LORENZ blieb im Osten in der Lehre meistens unerwähnt, wurde aber heimlich auch debattiert, zum Nachteil der Schulautoritäten oder kam in die Lehre durch Hinwegsetzen über ungeschriebene Vorgaben.

Ältere Gelehrte, die im allgemeinen einiges Auf und Ab von "Moden" in der Wissenschaft erlebt haben, neigen zu Recht zu Spott gegenüber solchen zeitweiligen Überschätzungen von Auffassungen. Der ältere und abgeklärte KARL ERNST von BAER meinte zu DARWINs vieldiskutierter Lehre erst einmal (1876, S. 239): "Habe ich doch schon manchen Sturm der Art erlebt. In meiner Jugend war es die Schellingsche Identitätsphilosophie und Galls Kranioskopie, welche stürmisch die Welt bewegten, so daß die Eiferer alle

Gegner für borniert erklärten." DARWINs Lehre hat allerdings für die Biologie dann wohl mehr gebracht, als BAER hier sah, denn es ist auch eine Folge überschätzter "Moden", daß dann auch richtige, wertvolle Ansichten manchmal nur als "Mode" gesehen werden. Medien tragen ihre Schuld daran, daß einem weitem Publikum manches als "das Allerwichtigste und unbedingt Notwendige" nahegebracht wird, was es oft nicht ist (J. AMÉRY 1992, S. 121).

### **"Pendelausschläge" in der Einschätzung einzelner wissenschaftlicher Prinzipien oder Hypothesen / Theorien - der fast gesetzmäßige Wechsel der Moden**

Etwa der Zoologe KONRAD LORENZ (1973, S. 316), meinte, daß es eine verbreitete Erscheinung ist, daß **neue** Hypothesen, Theorien oder Erkenntnisse zuerst auch **überschätzt** werden, bevor ihre **Gültigkeit wieder eingegrenzt** wird, gültig nur in abgesteckten Bereichen. LORENZ **vergleicht** das Ausschlagen in der Anerkennung einer Theorie in höchster Befürwortung und folgender weitgehender Ablehnung mit den **Oszillationen eines Pendels**. Zunächst gab es Ausschlag in beiden Richtungen, Überschätzung und übertriebene Ablehnung, bevor das sozusagen in gedämpfter Schwingung endet. Nach K. LORENZ wäre es sogar das Vorrecht des Genius, das von ihm als Entdecker gefundene Prinzip zu überschätzen, schon um es bekannt zu machen. Überschätzte Auffassungen durch Entdecker waren nach LORENZ (S: 316) J. LOEBs Annahme einer Erklärung alles tierischen und menschlichen Verhaltens durch Tropismen, die Überschätzung der bedingten Reflexe durch PAWLOW und seine getreuen Anhänger, FREUDs Überschätzung der Psychoanalyse. Unterschätzt hätte sich DARWIN. Die weniger genialen, aber analytisch begabteren Schüler eines Entdeckers würden dann die einseitig ausschlagende Schwingung dämpfen. Durch die übertriebene Anwendung eines neuen Prinzips, auch eines Apparates wie den Computer - das allerdings gesehen 1973 - würden oft Anwendungsmöglichkeiten gefunden, die bei einem vorsichtigen Angehen verborgen geblieben wären. Bei der Anwendung auf alles Mögliche und Unmögliche würden die Möglichkeiten ausschöpfend gefunden. Wie LORENZ (1973, S. 317) betont, kann Übertreiben ein Prinzip dieses auch in Mißkredit bringen, auch unverdientermaßen. LORENZ spricht auch von möglichen 'pathologischen' Fehlleistungen. LORENZ nannte das auch für die Darwinsche Lehre, für die es am Ende des 19. Jh. ein 'Rückpendeln' gab, gefolgt von einem neuen Aufschwung. LORENZ (1973, S. 317) formulierte fast als ein

Prinzip in der Wissenschaftsentwicklung: "In seiner Gesamtheit führte das in Rede stehende Schwingen der kollektiven Meinungsbildung dazu, daß recht verschiedene Menschen mit erheblicher Stärke der Motivation nach Argumenten für und wider die neue Lehre suchen, so daß ihre einstweiligen Gegner dazu beitragen, eine solide Basis für sie zu schaffen und ihren Geltungsbereich genau zu bestimmen. Das Pendeln der Meinung zwischen Für und Wider wirkt als Absuchmechanismus (scanning-mechanism), und der Punkt, an dem sich die kollektive Meinung schließlich stabilisiert, ist der Wahrheit näher. als ihr der Entdecker selbst im ersten Rausche seines Erfolges war."

**In der Wissenschaftsgeschichte** und Wissenschaftstheorie kann man als Beispiel für Übertreibung und Einschränkung auf KUHNS **Lehre vom Paradigmenwechsel** (s. u. ) verweisen, der für einige das einzige Richtige in der Beschreibung der Wissenschaftsentwicklung sein sollte. Später wurde oft verkannt, wo KUHNS Prinzip anwendbar war und in welcher Weise sinnvoll. In der **Politik** (ZIRNSTEIN), in der über die Medien weiten Teiles des Volkes indoktrinierten Ansichten, kann der Auschlag nach der einen oder anderen Richtung verhängnisvoll sein und kann der Kampf der Ansichten blutig enden oder etwa im Bildungswesen gewaltige Schäden anrichten.

### **Spezialisierung in den Wissenschaften**

Eine Spezialisierung von Gelehrten auf bestimmte Wissensgebiete erscheint bereits im Altertum. ARCHIMEDES etwa hat nicht in der Heilkunde gewirkt und GALEN nicht in "Physik". Noch im 18. Jh. wurden manche Gelehrte mit einem gewissen Recht als **Universalgelehrte** angesehen, ja selbst der 1859 verstorbene ALEXANDER VON HUMBOLDT noch als solcher bezeichnet, obwohl auch er nicht alle Wissensbereiche beherrschte. In seinem Werke "Kosmos" behandelte er gewiß viele Dinge der Natur, aber nicht in allen Teilen gleichmäßig gut, was auch nicht beabsichtigt war. Bei HELMHOLTZ wurde hervorgehoben, daß er immerhin Philosophie, Mathematik, Physik und Physiologie in wichtigen Teilen beherrschte (L. BOLTZMANN 1899). In Deutschland hat im 20. Jh. BERNHARD BAVINK das wesentliche naturwissenschaftliche Wissen in doch bemerkenswerter Weise noch einmal zusammengefaßt, so noch 1944 in der 8. Auflage 'Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften. Eine Einführung in die heutige Naturphilosophie',.

Immer wieder wurde und wird bedauert, daß die Spezialisierung den **"Fachidioten"** schafft, der die Welt nur noch durch die Brille seiner spezifischen Kenntnisse betrachtet. Daß der Verlust der Wissensbreite Gefahren bringt, betonte 1899 (S. 99 / 100) LUDWIG BOLTZMANN, weil damit verlorenginge, daß neue Verbindungen zwischen "alten Gedanken" gezogen werden, Beziehungen, die zu neuen Erkenntnissen führen. Wie der Freiburger Zellforscher PETER SITTE (1978, S.11) meinte, schaffe die weitgehende Spezialisierung nicht nur Lächerlichkeit, sondern die "Vergötzung des Details" führe auch zur "Entmenschlichung". Wenigstens der junge Mensch sollte mit einer gewissen "Allgemeinbildung" ins Leben treten. Umstritten war oft, was zu einer "Allgemeinbildung" dazugehört. Nur Methodisches zum Wissenserwerb konnte es wohl auch nicht sein. Andererseits kann Allgemeinbildung nicht in der Kenntnis auch nur der einheimischen Tier- und Pflanzenarten bestehen. Der belgische Zellforscher und Physiologie-Medizin-Teilnobelpreisträger CHRISTIAN DE DUVE (1997, S. 16) bemerkte: "Aktive wissenschaftliche Arbeit führt öfter zu einer Einengung als zu einer Erweiterung der Gedanken, weil Befunde, Theorien und Methoden immer spezieller werden. Je tiefer wir graben, desto kleiner wird der Blickwinkel."

Für die eingehendere Erforschung vieler Naturbereiche war Spezialisierung jedoch unumgänglich. Bei dem bösen Wort "Fachidiot" kann man die Betonung auch auf "Fach" legen, auf ihre großartigen speziellen Kenntnisse, ihre Stellung "als große Kenner und Könner" (H. THALER 1993, S. 208). Spezialisierung, sagte SITTE 1978 (S. 11) in einem sinnvollen Vergleich, erscheint als eine Art "geistiges Vergrößerungsglas, das es erlaubt, das bisher ungesehene Detail erfaßbar zu machen." Die großen, anwendbaren Erfolge der Naturwissenschaften entstanden nicht aus der besonders umfassenden Beschäftigung mit der Natur, sondern, um noch einmal SITTE zu zitieren (1978, S. 12): "Die Größe der Naturwissenschaft erwuchs aus der Kleinheit ihrer konkreten Forschungsziele". Weil der Brünner Augustinermönch GREGOR MENDEL **einzelne Merkmale** bei nahestehenden Linien der sich selbst befruchtenden Erbse in ihrer Weitergabe über die Generationen verfolgte und nicht wie manche seiner Vorgänger umfassend alle Merkmale in seine Betrachtung einbezog, gelangte er 1865/1866 zu seinen **Vererbungs"gesetzen"**. Man sollte aber vielleicht ergänzen: Umfassendes Denken führte zu den ersten, noch rohen Vorstellungen etwa über Vererbung, die der Spezialist ausbaute. Auch relativ grobe Gedanken führten zu frühen Vorstellungen über den

**atomaren Aufbau der Natur**, Spezialisten schufen dann die Voraussetzungen zur Erfassung der atomaren Struktur der Welt im einzelnen, noch andere Spezialisten, freigestellt vom blutigen Kriegsgeschehen, führten ihr Spezialwissen im Frühsommer 1945 in der Weltabgeschiedenheit von Los Alamos zum Bau von Atombomben zusammen. Spezialforschung führte zu den modernen Einsichten in die so unterschiedlichen ökologischen **Anpassungen der Arten**, in die einzelnen Wandlungen der Lebewesen in der Erdgeschichte - Aussagen, die im bloßen Überblick nicht gewonnen werden konnten. Ohne Spezialisierung wären Wissenschaftler in den meisten Fachgebieten heute ineffizient. Der **Paläontologe OTTO HEINRICH SCHINDEWOLF** schrieb 1948 (S. 86): "Die Spezialforschung ist oft geschmäht worden, aber es ist ein durch Zunahme des Wissensstoffes erzwungener Tatbestand, daß aller Fortschritt im wesentlichen nur von ihr, d. h. von einer richtig verstandenen Spezialisierung im guten Sinne getragen wird., die sich nicht isoliert, sondern stets den Zusammenhang mit dem Ganzen und dem gemeinsamen Mutterboden im Auge behält. Ohne die hingebende Arbeit der Spezialforscher würde die Wissenschaft alsbald zu haltlosem Geschwätz herabsinken; denn wirklich schöpferische Synthesen gelingen nur den überaus seltenen Genies!" Allein die höheren Tier-oder Pflanzenarten einer bestimmten Region zu kennen, ist eine Lebensleistung, die deshalb vielfach einem interessierten Lehrer eher gelingt als einem Professor an einer Hochschule. Manche Fachgebiete wurden auch so kompliziert, daß Außenstehende sie nicht mehr verstehen. EINSTEIN (1934, S. 33) fühlte sich an den Turmbau von Babel erinnert, als sich die Bauleute gemäß der Legende plötzlich mit unterschiedlicher Sprache, mit "unterschiedlicher Zunge", äußerten und damit nicht mehr unterhalten konnten.

Ein Grund für die Notwendigkeit der Spezialisierung liegt weniger im Wissensstoff als in den **Forschungs-Methoden**, was W. HIS 1886 betonte auf der 59. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin (S. 264): "Die tieferen Bedingungen des Dissociationsprocesses liegen weniger in der absoluten Zunahme wissenschaftlichen Stoffes, als in der zunehmenden Complication und Verfeinerung wissenschaftlicher Methodik. In geordneter Form vermag der menschliche Geist grosse Stoffmengen zu bewältigen, wogegen die Handhabung der Methoden, das eigentliche technische Können, stets nur durch besondere Schulung und länger andauernde Uebung erworben wird. Ohne Kenntnis der Methoden giebt es aber keine wissenschaftliche Kritik, und derjenige, der in dieser Hinsicht lückenhaft geschult ist, wird es nicht zu

einer sicheren Beherrschung seines Gebietes bringen. Für den Lehrer aber, der ein grösseres Gebiet vertreten soll, liegt die Hauptlast der Stellung in der Schwierigkeit, beim Fortschreiten seiner Wissenschaft überall genügend Einblick in die Methoden und damit genügende Kritik des Materials zu bewahren..."

In der Betrachtung der Dinge unterschied der Philosoph WILHELM WINDELBALD (so 1894), Straßburg, im wissenschaftlichen Denken **nomothetisch** und **idiographisch** (S. 20). **Nomothetisch** ist das Suchen des Allgemeinen "in der Form des Naturgesetzes", es bestimmt die Gesetzeswissenschaften, "das was immer ist." **Idiographisch** die Betrachtung des Einzelnen in der geschichtlich bestimmten Gestalt, "den einmaligen, in sich bestimmten Inhalt des wirklichen Geschehens, "was einmal war." Es besteht so ein "Gegensatz naturwissenschaftlicher und historischer Disciplinen." Aber es können auch "dieselben Gegenstände zum Objekt einer nomothetischen und zugleich einer idiographischen Untersuchung gemacht werden", denn was lange als ohne merkliche Veränderung besteht, kann sich "vor einem weiteren Ausblick als etwas nur für einen immerhin doch begrenzten Zeitraum Gültiges, d. h. als etwas Einmaliges erweisen," Das gälte etwa für die menschlichen Sprachen, mit bleibden Formgesetzen und doch wechselndem Ausdruck, gelte für die "Physiologie des Leibes, für die Geologie, in gewissem Sinne sogar für die Astronomie und damit wird das historische Princip auf der Gebiet der Naturwissenschaften hinübergetrieben." Die "organische Natur" ist als "Systematik ..." nomothetisch, in der Abstammungsgeschichte eine "idiographische, historische Disciplin." Bisher wären die "nomothetischen Denkformen" bevorzugt worden, ihr hat sich das Interesse der Logik zugewandt (S. 20). Die in der Außenwelt durch das nomothetische Denken erworbenen Kenntnisse haben "die Herrschaft des Menschen über die Natur in stetig zunehmendem Maße erweitert ,, aber "Nicht minder ... ist alle zweckvolle Tätigkeit im gemeinsamen Menschenleben auf die Erfahrungen des historischen Wissens angewiesen." (S, 33). Die griechische Philosophie hatte ein "Haften am Gattungmässigen ... eine Einseitigkeit des griechischen Denkens", die sich von den Eleaten zu Platon fortpflanzte, "wie das wahre Sein so auch die wahre Erkenntnis nur im Allgemeinen fand ..." Immerhin war WINDELBALDs Darlegung ein Plädoyer für die historisch ausgerichteten naturwissenschaftlichen Disziplinen der Neuzeit, die das Historische, das sich Wandelnde auch in der Natur fanden und was Naturwissenschaftler einfacher ausdrückten.

### **Ein Ergebnis der Spezialisierung, aber auch der Synthese: Die Herausbildung neuer wissenschaftlicher Disziplinen**

Zunahme des Forschungsmaterials, Differenzierung der Forschungsmethoden - damit entstanden spezialisiertere neue wissenschaftliche Disziplinen, die sich oft von den bestehenden Wissenschaften abtrennten. Aus der **Gesamtchemie** scherten aus die Organische Chemie, die Physiologische Chemie, die Physikalische Chemie, auch die Geochemie, im 20. Jh. die Ökochemie und andere. Manchmal entstanden neue Disziplinen wegen neuer Forschungsgegenstände, so die Immunbiologie.

**Charakteristika für die Etablierung** einer neuen wissenschaftlichen Disziplin waren eigene Lehrbücher, eigene Lehrstühle, eigene Zeitschriften, eigene wissenschaftliche Organisationen, eigene Lehrstühle. Nicht immer sind diese Kriterien ganz eindeutig. Oft gingen diesen Errungenschaften Arbeiten voran, die zu der neuen Disziplin hinführten. Erdgeschichte, **geologische Forschung** wurde schon im 18. Jh. betrieben, aber als die erste geologische Gesellschaft der Erde wurde 1807 in London die "Geological Society of London" gegründet, mit ihrer Zeitschrift "Transactions of the Geological Society". Tierkunde gibt es schon lange vor der Gründung eigener Lehrstühle für **Zoologie** in Deutschland etwa in der Mitte des 19. Jh. und diese gab es um etliches vor der Gründung einer "Zoologischen Gesellschaft" in Deutschland 1891. Auch Themen der **physikalischen Chemie** wurden bearbeitet, bevor das Fachgebiet unter eigenen Namen sich etablierte und dann . Jedoch kann für die Physikalische Chemie das Jahr 1887 ein "kritisches Jahr erster Ordnung" (W. OSTWALD 1927, S. 19) war, als der 1. Jahrgang der "Zeitschrift für physikalische Chemie" und W. OSTWALDs 1886 fertiggestelltes "Lehrbuch der Allgemeinen Chemie" erschienen. Aber zahlreiche neue Disziplinen, auch die Physikalische Chemie, sind zwischen bisherigen spezielleren Disziplinen entstanden, also nicht Ergebnis nur der Aufsplitterung.

### **Auseinandersetzungen zwischen Vertretern verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen**

Das Differenzieren, das Voneinander-Fortentwickeln und schließlich das Nicht-mehr-Verstehen der Fachgebiete konnte so weit gehen, daß sich die Vertreter der

Fachgebiete regelrecht bekämpften, bei der Auseinandersetzung um die Besetzung der Lehrstühle, um Forschungsmittel, um die Stellung innerhalb der Universität. Gerade neue Fachgebiete hatten sich durchzusetzen. Besonders schwer hatten sich neu entstehende Fachgebiete. In der Medizin gab es schon im frühen 19. Jh, namentlich mit der Aufgliederung der Lehrstühle, die immer wieder auftretende **Konkurrenz zwischen der Physiologie und der Anatomie** als Grundlage der Medizin (S. TÖLTÉNYI 1838, S. XVII). WILHELM OSTWALD wurde nicht müde, zu berichten, mit welcher Gegnerschaft er und seine Mitstreiter SVANTE ARRHENIUS und VAN'T HOFF anfangs zu kämpfen hatten, damit die von ihnen begründete "**physikalische Chemie**" ihr Heimatrecht als eigenes Fach an den Universitäten bekam. Auch der Neuling kann übermächtig werden: Der große Aufschwung der **organischen Chemie** vor allem um und nach der Mitte des 19. Jh. drängte zeitweilig die anorganische Chemie in den Hintergrund, die nach Ansicht mancher Fachleute so viel nicht mehr zu bieten habe. Da wurde den letzten Vertretern der anorganischen Chemie und auch den jungen der physikalischen Chemie etwa vorgehalten, wie es WILHELM OSTWALD nach einem Vortrag in Berlin von dem organischen Chemiker WILHELM HOFMANN zu hören bekam, daß OSTWALDs Ausführungen der jüngste Student verstehen kann und OSTWALD von Berlin den Eindruck mitnahm: "die ganze Richtung paßt uns nicht!" (W. OSTWALD 1926, S. 186). In der **Botanik** hat JULIUS SACHS seine auf Physiologie aufbauende Morphologie gegen die Morphologen alter Schule laut betont, so gegen den führenden Berliner Botaniker ALEXANDER BRAUN.

### **Zusammenfassung, "Synopsis"**

Von der "Synthese" wissenschaftlicher Erkenntnisse ist die Zusammenstellung von Einzelerkenntnissen in einem Sammelwerk zu unterscheiden. Im Mittelalter wurde die Zusammenfassung von Dingen als "summa" bezeichnet, etwa im 19. Jh. war von "Synopsis" die Rede. Große Unternehmen galten etwa der Zusammenstellung der chemischen Verbindungen, so bei "BEILSTEIN" für die organischen Verbindungen. In der Botanik wurde unter ADOLF ENGLER und für die Kryptogamen unter CARL PRANTL das Sammelwerk die "Natürlichen Pflanzenfamilien" geschaffen.

### **Synthesen, Vereinheitlichungen wissenschaftlicher Erkenntnisse**



**Getrennt aufgenommene Forschungen** haben sich in manchmal überraschender Weise **begegnet und ergänzt** und es galt stets zu Recht als "Fortschritt", als bemerkenswerte Errungenschaft, wenn bisher getrennt untersuchte Dinge sich unter einheitlicher Betrachtung zusammenfassen ließen, es also zu Synthesen in der Geistesgeschichte kam (nicht verwechseln mit chemischen Synthesen). ARTHUR KOESTLER (1966; S. 245) meinte in seiner etwas zu poetischen Schreibweise: "Das 19. Jahrhundert war die Epoche der aufregendsten Synthesen in Geistesgeschichte" es gab "Königshochzeiten zwischen vorher beziehungslosen, oft sogar feindlichen Dynastien. Die Lehre von der Elektrizität verschmolz mit der des Magnetismus. Licht, Farben, Strahlungswärme und Hertzsche Wellen versöhnten sich im Begriff der elektromagnetischen Schwingungen, die Atomphysik schluckte die Chemie, und die hormonal und nervös gesteuerte Körperkontrolle erwies sich plötzlich als auf elektrochemischen Prozessen beruhend". Weiter: "Der wissenschaftliche Fortschritt der letzten Jahrhunderts bietet das Bild eines riesigen Flußdeltas, dessen Arme sich erst verzweigen, um dann einen mehr oder weniger parallelen auf zu nehmen und sich schließlich über ein immer komplexeres Netz von Querverbindungen und Wiedervereinigungen endgültig ins Meer zu ergießen."

Synthesen verminderte auch die Menge oft nicht zusammenhängender Einzeldaten oder stellte sie wenigstens unter ein gemeinsames Dach, wie der Physiker W. GERLACH (1936, S. 740) schrieb: "Je größer die Zahl der Einzelkenntnisse wird, um so wahrscheinlicher ist es, daß tiefere Gesichtspunkte sich zeigen." Der Physiologe EDUARD PFLÜGER (E. HEISCHKEL 1950) vertrat die Ansicht, daß bei aller Vielgestaltigkeit der Natur die allgemeinen Gesetze mit dem Voranschreiten der Wissenschaft immer einfachen werden und wies eine Zersplitterung der Physiologie auch deshalb zurück.

Synthesen muß Forschung in allen für eine Synthese notwendigen Fachgebieten vorangehen. Vernachlässigte Fachgebiete können nicht zu einer Synthese beitragen. Der Naturforscher und Astronom J. NORMAN LOCKYER ermahnte 1896 (S. 346): "The more we can study the different branches of science in their relation to each other, the better for the progress of all the sciences." Der Physiologe MAX RUBNER forderte 1910 (S. 18), daß "die Pflege der Wissenschaft in ihrer Gesamtheit nicht nur eine ideale Aufgabe" wäre, "sondern der Lebensnerv ihrer Fortentwicklung überhaupt. In einem gesunden Organismus müssen eben alle Teile zueinander in richtigem Verhältnis stehen." Es wurde der Vergleich mit den Stücken eines Puzzle-Spiels gezogen, bei dem

zwar jedes einzelne Stück für sich allein interessant sein kann, und jedes einzelne "study is complex, beautiful, and satisfying in itself" (J. T. WILSON 1968, S, 317). Aber setzt man die Puzzle-Stücke passend zusammen, was nicht ohne Probieren gelingt, kommt ein Gesamtbild zustande, das ganz anders als die Einzelstücke erfreut und neue Einsichten bietet. Gewiß bestehen auch Unterschiede in der Bedeutung einzelner Forschungsgebiete in den verschiedenen Zeiten.

Synthesen gab es **innerhalb derselben Wissenschaft**, desselben Fachgebietes. In der Chemie hatte man früh Besonderheiten der **anorganischen** und der aus den Lebewesen stammenden "**organischen**" **Substanzen** festgestellt, jedoch auch die Gemeinsamkeiten zunehmend erkannt und als dann WÖHLER 1828 den Harnstoff aus einfacheren Substanzen synthetisch darstellte, "ward", wie A. W. HOFMANN (1882, S. 3153) rückschauend schrieb, "die Botschaft einer neuen einheitlichen Chemie von den Geistern begrüßt." Mit dem **Periodensystem der chemischen Elemente** 1869/1870 durch MENDELEJEV und L. MEYER ließen sich mehr als bei vorangegangenen Ordnungsversuchen endlich die Elemente und auch deren Verbindungen unter vergleichenden und auch gemeinsamen Gesichtspunkten betrachten. Die **Ionen-Theorie**, die eine Aufspaltung der elektrisch leitenden Verbindungen (Elektrolyte) etwa in Lösung in Wasser behauptete, konnte etwa gleichzeitig, 1887, auf Untersuchungen von SVANTE ARRHENIUS in Schweden und der "osmotischen Lösungstheorie" von VANT HOFF aufbauen (P. WALDEN 1910). In der Erforschung der **Radioaktivität** konnten nach 1900 die nunmehr unterschiedenen 3 "Strahlen"arten in Zusammenhang gebracht zu der vor allem von E. RUTHERFORD und SODDY aufgestellte Theorie von der Umwandlung **der Atomkerne** (A. F. KOVARIK 1929) führen. In der **Geologie** waren die einzelnen Forscher von den Gegebenheiten in einem begrenzten Gebiet, oftmals ihrem Heimat- oder Wirkungsbereich, ausgegangen, und für ABRAHAM GOTTLIEB WERNER war die in Sachsen angetroffene Gesteinsfolge so Maßstab für seine erdweit übertragenen Spekulationen wie für CUVIER die Sedimentfolge im Pariser Becken. Als immer mehr Territorien durch verschiedenste Forscher untersucht wurden, konnten die anfänglichen einseitigen "Systeme", der "Neptunismus" und auch die "Katastrophentheorie", korrigiert werden, wurden die lokal begrenzten Erfahrungen zu einer immer weiterausgreifenden Synthese vereint. LUDWIG CHOULANT von der chirurgisch-medizinischen Akademie in Dresden faßte 1843 (S. 7) zusammen,

was die geologiehistorische Forschung immer wieder betonte: "Die meisten unhaltbaren Systeme der Geologie sind ja eben dadurch entstanden, daß jeder Einzelne fast nur über die Erscheinungen der ihm bekannten Gegend Rechenschaft zu geben versuchte, unbekümmert um das, was die andern anders lehren möchten, jeder nur Einzelnes erklären wollte und darüber die umfassende Betrachtung des Ganzen versäumte". Die großen Epochen der Erdgeschichte, die "Systeme" oder "Formationen", konnten mit entsprechenden Varianten schließlich weltweit gefaßt werden, wozu auch der Koorindierung dienende Reisen führender Geologen beitrugen. In der **Biologie** hatte SCHLEIDEN die **Zelle** 1838 für die Pflanzen als einzigen Grundbaustein erklärt und THEODOR SCHWANN ergänzte das 1839 für die Tiere. Die Anregung, die Zellen und deren Bildung bei den Pflanzen und bei den Tieren miteinander zu vergleichen, hatte SCHWANN aus der Beobachtung erhalten, daß die Chorda dorsalis und der Kiemenknorpel der Froschlarven in ihrer Struktur den Pflanzenzellen vergleichbare Elementarbestandteile aufweisen. Damit gab es nun eine Pflanzen wie Tiere umfassende **Zellentheorie** als wichtige theoretische Grundlage biologischer Forschung. In der Schule des Bonner Physiologen EDUARD PFLÜGER wurde später nachgewiesen, daß die Zelle auch das Elementarorgan allen Stoffwechsels in den Organismen ist. SCHWANN schrieb 1839 (Vorrede): "Es ist ein wesentlicher Vorzug unseres Zeitalters, dass die einzelnen Disziplinen der Naturwissenschaften in immer innigere Vereinigung miteinander treten, und gerade diese wechselseitige Durchdringung und Ergänzung verdanken wir einen grossen Teil der Fortschritte, welche die Naturwissenschaften in der neuesten Zeit gemacht haben." Das in besonderem Maße einigende Band in der Biologie wurde nach 1859 die **Evolutionstheorie**. Versucht wurde manches: Der Botaniker E. KÜSTER (1960, s. 102), der von seinem Interesse an den Pflanzengallen zu einer **Pflanzenpathologie** kommen wollte, dachte gar an eine **allgemeine Pathologie** der Lebewesen und das ließ ihn "mit Bewunderung auf die hohe Entwicklung schauen ..., mit der Pathologie des Menschen die der Pflanzen in den Schatten stellte. Ich glaubte damals durch Studium der humanen Pathologie meinen pflanzenpathologischen Studien eine starke Stütze geben zu können."

In Physik konnten die **verschiedensten Strahlungsphänomene**, von den Radiowellen, den ultraroten Wellen, den Lichtwellen, Röntgen- und schließlich Gamma-Strahlen, in dem Sammelbegriff des "**elektromagnetischen Spektrums**" zusammengeführt werden (W. GERLACH 1936). In der **physiologischen Chemie** resp. **Biochemie** wurden mit der Erforschung der **grundlegenden**

**Stoffwechselprozesse** viele der einzelnen Substanzen in den Organismen, bisher Forschungsgegenstand der organischen Chemie und dann auch der "physiologischen Chemie" in einen Zusammenhang gestellt. Ein eindrucksvolles Beispiel einer Verknüpfung innerhalb der Biochemie war der Nachweis des schwedischen Biochemikers HUGO THEORELL (1936), daß das Vitamin B<sub>2</sub> Bestandteil eines Enzyms, des "Gelben Atmungsferments", ist, womit **Enzymforschung und Vitaminforschung** verknüpft waren. Die Erforschung der **Feinstruktur der Viren** trug zur Aufklärung der **Vererbungssubstanz** bei. BUTENANDT meinte hierzu (1963 / 1981, S. 218): "Es überrascht und beglückt immer wieder, wie Arbeiten speziellen Charakters auf ganz verschiedenen Gebieten sich plötzlich begegnen können und unerwartet ganz neue Bereiche erschließen". In der Biologie waren **Entwicklungsphysiologie und Genetik** getrennt entstanden, waren getrennt "marschiert" und hatten jede Spezialdisziplin ihre eigene Terminologie. Durch THOMAS HUNT MORGAN, ALFRED KÜHN und andere wurden zu Anfang der 30er Jahre des 20. Jh. beide zusammengeführt, denn es war nunmehr deutlich, daß alle Entwicklungsvorgänge von Genen ausgehen und es entstand die Genphysiologie und dann die verbindende "Entwicklungsbiologie". Eine Krönung der Vereinheitlichungsvorstellungen in der Biologie war der Nachweis, daß der **genetische Code universell**, für alle Organismen zutreffend ist, weshalb sich überhaupt Gene des Menschen etwa in Bakterien einführen lassen, um dort bestimmte im Menschen vorkommende Substanzen zu erzeugen.

### **Synthesen von Erkenntnissen aus verschiedenen Wissensgebieten**

Synthesen gab es auch zwischen Erkenntnissen **verschiedener Wissensgebieten**, ja **verschiedenen** Fachwissenschaften und gerade diese Synthesen führten zu einem erweiterten Weltbild. Durch GALILEI, KEPLER und dann besonders ISAAC NEWTON wurden Mechanik und Astronomie verbunden, indem deutlich wurde, daß die **Eigenschaften** und das **Verhalten der Himmelskörper** dieselben Grundlagen haben **wie** von der Erde her bekannte Gegebenheiten und **mechanische Vorgänge**. Für GALILEI war nach seinen Mondbeobachtungen mit dem Fernrohr 1610 der Mond eine "andere Erde", ausgestattet mit Bergen und Tälern, nicht bestehend aus einer 5. "Wesenheit", einem 5. "Element", der "Quintessenz", wie in Anlehnung an ARISTOTELES von seinen lateinischen Auswertern formuliert worden war. Die Kraft der Gravitation, wie NEWTON erkannte, bewirkt den Fall der Körper auf

der Erde und hält die Planeten auf ihrer Bahn um die Sonne. Vorgänge auf der Erde wie im Himmel folgten offenbar denselben Gesetzen. "Physik", Chemie und **Astronomie** kamen um 1860 zusammen durch die **Analyse der Spektrallinien** des Sternenlichtes, die nahelegte, daß auf den Sternen dieselben chemischen Elemente wie auf der Erde vorkommen und aus diesen Aussagen über physikalische Verhältnissen auf fernen Himmelskörpern möglich sind. So entstand die in der Astronomie bald vorherrschende **Astrophysik**, die bisher nur in Ansätzen vorhanden war. Mit der Bestätigung von LAUEs Idee, daß sich Röntgenstrahlen, wenn sie elektromagnetische Strahlung sehr kleiner Wellenlänge sind, bei dem Durchgang durch die als Punktgitter angenommen Kristalle Interferenzerscheinungen zeigen, verbanden sich **Mineralogie und Physik** in neuer Weise (W. GERLACH 1936). Ab der 20er Jahre des 20. Jh. wurde die **chemischen Bindung aus dem Verhalten der Elektronen im Atom** erklärt, was zu einer neuen **Verbindung zwischen der Physik und der Chemie** führte, ja die Chemie fast zu einem Teil der Atomphysik machte. War im 18. Jh. die Chemie eher Teil der Physik gewesen, war sie im 18. und 19. Jh. eigene Wege gegangen, etwa mit ihrer "chemischen" Atomtheorie und ihren von den Physikern eher mißbilligten "Bindungsarmen" für die Valenzen oder Wertigkeiten. Das wurde nun eingeführt in die Physik der äußeren Elektronenhülle(n). Um 1939 fanden unabhängig voneinander BETHE und CARL FRIEDRICH von WEIZÄCKER, daß die **Energie der Sonne** und der anderen selbstleuchtenden Himmelskörper auf **Atomkernprozessen** entstammen muß (M. BORN 1965), was Kernphysik und Astronomie verband. Astronomie bedient nicht nur Neugier auf sehr ferne Objekte, sondern verweist auf der Erde fremde Materiezustände, die aber bis zu gewissem Grade experimentell nachahmbar sind (O. R. FRISCH 1981).

### **Überschreiten von Grenzen der Fachgebiete, "Grenzwissenschaften"**

Grundlegende Forschungen konnten oft nicht in den Grenzen einer Fachwissenschaft gehalten werden und nur bornierte Geister konnten dann klagen: "Wer wildert in meinem Revier!" Wird der Einfluß von Umweltfaktoren untersucht, dann war das Ökologie, aber bei der Suche nach den in der Pflanze sich dabei abspielenden Vorgängen "Physiologie", etwa Stoffwechsel-Physiologie, bei festgelegten Reaktionen auf Reize auch "Reiz-Physiologie". Der Botaniker A. F. WILHELM SCHIMPER schrieb ein großes zusammenfassendes Werk "Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage".

Bei aller Spezialisierung, so müssen bis zu gewissem Grade weiterhin gewisse Grundlagenkenntnisse bei den Vertretern der Spezialbranchen vorhanden sein. Kein Chemiker kann auf ein Grundstudium in Physik verzichten, kein Vertreter der Organischen Chemie kann ohne Grundlagen aller Chemie, etwa der chemischen Elemente, des Periodensystems der Elemente, auskommen. Der Biologie muß auch in Grundlagen der Physik und der Chemie ausgebildet werden, und der Geologe und Geograph kann Physik, Chemie, Biologie nicht entbehren auch bei Spezialisierung auf eine engere Frage. Das alles stellte die Lehrplangestalter an Hochschule vor Probleme und auch der Studierende mußte möglichst selbst erkennen, welche Fächer, welche Vorlesungen er belegen muß, und zwar nicht wegen fachfremden Nebeninteressen, sondern wegen des eigenen Studienfaches. Dabei sind es oft nur bestimmte Bereiche einer anderen Wissenschaftsdisziplin, welche ein Studierenden auf einem bestimmten Fachgebiet auch kennen muß. Das mußte erst erkannt werden. Etwa der auch philosophierende Physiologe MAX VERWORN aber wies etwa 1912 (S. 8) darauf hin: "Schon allein der Schematismus in unserem Wissenschaftsbetriebe, der nur bestimmte, durch historische Überlieferung und ministerielle Sanktion privilegierte Wissenschaften kennt, bringt es mit sich, daß jeder Forscher sich von vornherein einem dieser staatlich diplomierten Fächer zuwendet und daß ein Mann, den seine Probleme einmal auf scheinbar weit entfernte Gebiete hinüberführen, dem verwunderten Kopfschütteln der zünftigen Fachgenossen verfällt." Die 'Entwicklung des menschlichen Geistes' wollte VERWORN feststellen, und daß von der ältesten Steinzeit über die weiteren Epochen in der Menschheitsgeschichte und dies noch in Verbindung mit den Erkenntnissen aus der Nerven- und Gehirn-Physiologie. Es war viel gefordert, konnte schwer unwidersprochene Ergebnisse hervorbringen - aber was wäre Wissenschaftskultur ohne solche Überlegungen.

In dem **Zusammenwachsen** der Wissenschaften oder Teilen von Wissenschaftsdisziplinen entstanden **Fachgebiete mit eigenem Profil**, die in unterschiedlicher Weise Teile beider zusammengekommener Wissenschaften enthielten. Solche "**Grenzwissenschaften**" erwiesen sich oft als besonders fruchtbar für den Erkenntniszuwachs. Aus dem einen Fachgebiet wurden dabei oft mehr die Forschungsmethoden entnommen, während der Forschungsgegenstand eher dem anderen Fachgebiet angehört. Die **Astrophysik** benutzte Methoden aus der Physik, vor allem die Analyse des Lichtes, aber das

Ziel waren Erkenntnisse über die Eigenschaften von Himmelskörpern. Die **Biochemie** war angewiesen auf die Chemie, befaßte sich aber mit den Substanzen und deren Umsetzungen in den Lebewesen. Es wurde diskutiert, ob die Biologie vielleicht als solche nicht bestehen bleibt und wenigstens zu einem großen Teil in der umfassenden Chemie aufgeht (CURTIS 1968), so etwas wie eine Domäne der Chemie wird. Ohne Kenntnisse in Chemie konnte man im 20. Jh. kaum noch Biologe werden. Mögen auch Anatomie, Morphologie, Teile der Ökologie und auch die Ethologie, die Verhaltensforschung, auf Chemie weitgehend verzichten können. **Die Chemie** schien so etwas **wie eine Überwissenschaft** zu werden. Die Vorgänge im Organismus und auch Vorgänge zwischen Organismen, die Vorgänge auf und in der Erde, viele Erscheinungen auf Himmelskörpern - in und über allem ist Chemie. Es wurde geäußert, das war etwa CURTIS 1968 (S. 148): "I feel that biology has reached that point of scientific growth where its only future is as a branch of chemistry, and chemists can move into it without any intellectual shock." Daneben mochte stehen die Physik.

Aber auch bei Spezialisierung nun in einer Grnezwissenschaft - der **Blick über Grenzen** konnte wohl nie aufhören.

### **Zunehmende Abstraktheit der Naturwissenschaft**

Mit der Fassung von Gesetzen, mit dem Vordringen in den Makro- und Mikrobereich, wurde vieles in der Wissenschaft komplizierter, entfernte sich von den sinnlich wahrnehmbaren Dingen und wurde immer schwieriger auch in der Alltagssprache beschreibbar. Für die Weiten des Weltalls und das Verständnis der dort herrschenden Bedingungen und dort ablaufenden Vorgänge sowie über die Erscheinungen im ganz Kleinen, ist das Erkenntnisvermögen des Menschen wohl in der Evolution nicht ausgestattet worden, muß er sich doch zurechtfinden in der ihm normalen "Mesowelt". Jenseits dieser sind die Erscheinungen fast nur noch mathematisch faßbar, in mathematischen Formeln zu "beschreiben". Der Kreis jener Menschen, die diese Wissenschaft noch verstehen, engte sich ein.

Immer komplizierter wurden auch die **Apparate**, und den Sinnesorganen wurden zunehmend nur sehr indirekte Daten vermittelt. Das Stethoskop, das "Hörrohr", fast Symbol des Arztes von ehemals, war noch eine Verbesserung und eine Verlängerung des menschlichen Ohres (G. BÖHME 1980). Geräte wie

der Elektrokardiograph oder der Enzephalograph vermitteln Daten, die mit den Sinnesorganen allein gar nicht wahrgenommen werden könnten.

### **Historische Entwicklung der Wissenschaften und Logik in der heutigen Anordnung des Wissensstoffes in der Lehre**

Die historische Reihenfolge der Entdeckungen, die historische Folge der Theorienbildung waren vielfach anders als der Wissensstoff heute in der Lehre, ob in Vorlesungen oder im Lehrbuch, dem Lernenden nahegebracht wird. Manchmal wird allerdings der Wissensstoff auch so angeordnet, daß die Schritte in der Entwicklung einer Wissenschaft wenigstens verkürzt nachvollzogen werden, was dem Verständnis vielfach entgegenkommt.

Die **Vererbung** der Merkmale bei den Organismen wurde zuerst untersucht, indem die Weitergabe der Merkmale über die Generationen festgestellt und daraus auf hypothetische Erbfaktoren geschlossen wurde. Nachdem 1953 die Vererbungssubstanz, Desoxyribonukleinsäure DNS, chemisch gefaßt wurde, wird dieser Sachverhalt oft an den Anfang der Lehre gestellt und erscheinen dann die Mendelschen Gesetze als Ableitung aus den Eigenschaften der Vererbungssubstanz. Die gegenwärtige Lehrbuchdarstellung folgt also nicht mehr den Schritten bei der Erforschung der Vererbungsphänomene, das "Historische" mußte dem "Logischen" weichen.

### **Gründungsphasen und ruhige Ausbauphasen in den Wissenschaften**

Jedes Forschungsgebiet, jede Wissenschaftsdisziplin hatte ihre Gründungszeit. In den Anfängen gab es noch keine etablierten Gelehrten, keine "Schule". Aus anderen Bereichen, ja auch anderen Berufen kamen die Begründer neuer Wissenschaften. Die Pflanzenphysiologie wurde begründet durch die Untersuchungen über die Wasser- und Saftbewegungen in Pflanzen durch den Geistlichen HALEY zu Ende des 17. Jh. Die Begründer der Geologie waren hauptberuflich Beamte im Bergwesen, auch Landwirte, im Falle GOETHE Beamter und Dichter. Der bedeutende Geologe SEDGWICK, auch ein ordinierter Geistlicher der anglikanischen Kirche, hat zu Beginn seiner geologischen Forschung gesagt, daß er noch nie einen Stein umgewendet habe, aber in Zukunft keinen Stein unumgewendet liegen ließe. Man spricht gern von der "klassischen Periode" in der Geschichte einer Wissenschaft.



Da gab es gewiß Frische, Diskussion, Unvoreingenommenheit gegen Sachen und Personen.

K. E. von BAER meinte (1835 / 1864, S. 89), daß die ältesten Völker jene Fragen stellten, die sich auf die wichtigsten und allgemeinsten Verhältnisse richteten. Sie haben diese Fragen mit einer erstaunlichen Vollständigkeit und Kühnheit beantwortet, ohne sich von Wahrheitskriterien stören zu lassen. Dadurch und auch durch manche Deutungsmöglichkeit der alten Texte konnte es kommen, daß über die im Grunde genommen so wenigen erhaltenen Textstellen der griechischen Naturphilosophen ab dem 6. Jh. noch bis in die Gegenwart diskutiert wird.

### **Arten der Veränderungen in der Wissenschaft: Ersatz ("wissenschaftliche Revolution") von bisherigen Auffassungen statt reiner Akkumulation**

Entwicklung der Wissenschaft schien vielen Betrachtern Anhäufung, **Akkumulation** von Kenntnissen, von "Wissen" zu sein. Schon im 17. Jh. war deutlich, daß die tradierten Kenntnisse teilweise falsch waren, durch andere **ersetzt (substituiert)** werden mußten. Auf die "Renaissance", die Wiederaufnahme des antiken Wissens, folgte zu Recht die "Wissenschaftliche Revolution". Der Beginn des Zweifels am Tradierten kam mit den Entdeckungsreisen und dem dadurch notwendigen neuen Erdbild. GOETHE verwies auf die Erschütterungen, welcher der Ersatz des geozentrischen durch das heliozentrische Weltbild mit sich brachte.

Die Größe und das Ausmaß von "**Umwälzungen**" war in den einzelnen Wissenschaften gewiß **unterschiedlich**, auch sahen unterschiedliche Betrachter die Entwicklung verschieden. Der Physiologe L. HERMANN meinte einmal für sein Fachgebiet, die Physiologie (1879, S. 83): "Vergebens wird man in der Geschichte der Physiologie nach Ereignissen suchen, von denen neue Epochen zu datieren wären. Unsere grössten Fortschritte sind nicht sprungweise durch eine grosse Entdeckung, sondern allmählich durch das Zusammenwirken zahlreicher Kräfte gemacht worden,..." Selbst die Entdeckung des Blutkreislaufs wollte HERMANN in die normale Folge der Wissenszunahme einordnen, eine sicherlich auch bezweifelbare Behauptung. Andere Physiologen sahen doch beträchtliche konzeptionelle Änderungen in der Physiologie, in Ziel und Aufgaben, Methoden und Theorien. So verschworen sich etliche junge Gelehrte in den 40er Jahren des 19. Jh., waren CARL LUDWIG, EMIL DU BOIS-

REYMOND, ERNST BRÜCKE, HERMANN HELMHOLTZ und ihnen angeschlossen auch LUDIMAR HERMANN, um entgegen auch vorsichtiger vorangegangener Anschauung die Vorgänge in den Lebewesen ausschließlich auf physikalische Vorgänge zurückzuführen und diese physikalischen Vorgänge einzeln und getrennt voneinander zu erforschen, womit eine "organische Physik" begründet werden sollte. Die vorher noch wenigstens zaghaft angenommene 'Lebenskraft' wurde "Chimäre" genannt und aufgegeben. Ihre einmal neue, eigenständige Forschungsrichtung wurde später auch wieder abgelöst, schon durch stärkere Betrachtung auch der chemischen Vorgänge in den Lebewesen.

Es wurde unterschieden zwischen **kumulativen** und **substituierenden Teilen** in den Wissenschaften. Der Naturforscher K. E. von BAER unterschied in einem Vortrag 1835 (1864, S. 87) zwischen Wissenschaften, die sich mehr durch äußeren Zuwachs verändern und solchen, die mehr innere Umänderung aufweisen. Im 20. Jh. meinte MARY HESSE (zitiert bei Y. ELKANA 1986, S. 28), daß "der manipulative Aspekt der Wissenschaft kumulativ und damit progressivistisch sei, während der theoretische Teil (der auf das theoretische Verständnis der Welt in ihrem Wesen abzielt) revolutionären Veränderungen unterliege". Die "Umwälzung im Weltbild der Physik" ab etwa 1902 hat den Blick für grundlegende Veränderungen in den Wissenschaften allgemein geschärft, ja teilweise hervorgebracht.

Der "Umsturz von heute" sind allerdings oft die Orthodoxie und auch der "Irrtum von morgen".

Rascher Ersatz von Theorien oder überhaupt von Ansichten in den Wissenschaften wurden und werden vielfach als "**Revolution**" bezeichnet. Manchmal wurde fast jede neue Entwicklung als abrupter "Sprung", als eine Art "Revolution" beschrieben, Anlaß auch zum Zweifel (so STEVEN SHAPIN, s. bei M. HAMPE 1999). Als "plötzliches Ereignis" erscheinen manche Vorgänge, wenn sie **gerafft betrachtet** werden anstatt in ihrem längeren Ablauf. Etwa der führende britische Biochemiker ROBERT ROBINSON sah selbst für die neuere Physik 1955 (S. 434) "the apparent revolution in physics... has not so much superseded the older teaching as supplemented and extended it by wider generalization."

Gelehrte sahen sich teilweise auch gern als Neuerer, die mehr als alle Vorgänger in einem Sprung neue Wissenschaft eröffneten. Der **Botaniker** MATTHIAS

SCHLEIDEN glaubte in der Mitte des 19. Jh., er müsse und werde die gesamte Botanik erneuern, indem er sie auf die Beachtung vor allem der Individualentwicklung der Pflanzen aufbaut. Was vor ihm war, wurde dann lediglich als Vorgeplänkel einer eigentlichen Wissenschaft bezeichnet. Über das 18. Jh. und die Periode von LINNÉ hieß es dann bei SCHLEIDEN (1849, S. 2): "Als Durchgangsperiode wichtig und nothwendig trägt diese Zeit doch eigentlich nur den Charakter einer mühsam vereinzelt Notizen sammelnden Neugier. Als ... von unserm jetzigen Standpunkt betrachtet freilich geistlose Art der Behandlung der Botanik, ..." Für die **NEWTONsche Mechanik** sah HEISENBERG (1973) die Grenze eventuell bei FARADAY erreicht, weil dessen neuer Begriff des "Kraftfeldes" den elektromagnetischen Erscheinungen besser gerecht wurde als die allerdings noch beibehaltenen Vorstellungen der Mechanik.

Der bewußte erfolgreiche "Umstürzler" ist in der Naturwissenschaft wohl eine eher seltene Erscheinung und an für die Wissenschaft mit ihrer Exaktheit wenig geeignete Charaktereigenschaften gebunden. EMIL DU-BOIS-REYMOND (1860, S. 87) sagte einmal richtig über den die Physiologie stark verändernden JOHANNES MÜLLER: "Man denke sich des ERASMUS hellen durchdringenden Geist in das Augustinerkloster zu Erfurt gebannt: nie wird aus ihm der gewaltige Mönch werden, der den Medicäer im Vatican aus seinem aesthetischen Quietismus rüttelte. Zum Reformator" - unter dem DU BOIS-REYMOND den Reformator LUTHER verstand - "gehört ausser der Gunst der Umstände auch noch der Haß gegen den Irrthum, der im Verhältnis zur Mühe steht, mit der man ihm entrann; und zudem eines gewisses, zur Wirkung nach Aussen und zur Herrschaft über die Geister drängendes Element der Leidenschaft, welche Müller keineswegs fremd war." Aber eben nicht ausreichend.

### **THOMAS S. KUHN: "Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen"**

Mit "Umsturz" in der Wissenschaft befaßt sich eine der berühmtesten Theorien innerhalb der "Wissenschaftstheorie" der zweiten Hälfte des 20. Jh., die Theorie von den "wissenschaftlichen Revolutionen", dem Wechsel der "Paradigmen", von THOMAS S (= SAMUEL). KUHN/USA (a. Wikipedia 2017). Der am 18. Juli 1922 in Cincinnati geborene KUHN studierte Physik an der Harvard University, trat 1943 in das dortige Radar-Forschungslabor und wirkte als

Radartechniker auch in Nord-Frankreich. Nach dem weiteren Studium und Abschluß an der Harvard University wurde KUHN 1956 Assistenzprofessor und schließlich o. Professor für Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte in Berkeley. Von 1964 bis 1979 lehrte KUHN an der Princeton University, ab 1979 bis zur Emeritierung 1991 hatte er am Massachusetts Institute of Technology die Laurence S. Rockefeller Professur für Philosophie inne. Gestorben ist KUHN am 17. Juni 1996 in Cambridge/Mass.

KUHNs Theorie hatte so viel Aufsehen hervorgerufen, daß es ihm selbst nicht gelang, ihm später zu übertrieben erscheinende erste Formulierungen wieder zurückzuziehen. Anregung zum Nachdenken über Wandel im wissenschaftlichen Denken gab KUHN 1947 seine Untersuchung als junger Physiker über die Vorgeschichte der Mechanik GALILEIs. KUHNs in aller gelehrten Welt aufsehenerregendes Werk "**The Structure of Scientific Revolutions**", zuerst erschienen **1962**, verkauft in über 1 Millionen Exemplaren, übersetzt in 16 Sprachen (so D. LEHOUX et al. 2012, S. 885). KUHN schien nicht erklärt zu sein, wieso die aristotelische Mechanik mit ihren fehlerhaften Vorstellungen so lange bestand (D. SCHÜMER 1992). Abkehr von übernommenen Vorstellungen, so schien es KUHN, geschieht nicht in kleinen Schritten, zumal mit ARISTOTELES ein ganzes Naturbild verknüpft war. Ein solches Weltbild wird nicht leichtfertig aufgegeben, erst, wenn neu gewonnene Erkenntnisse das erzwingen. KUHN untersuchte dann (s 1981) den Gang der "kopernikanischen Revolution", den Ersatz des geozentrischen (PTOLEMAIOS) durch das heliozentrische Weltbild. im 16. und 17. Jh. Diese Ablösung wurde immer so geschildert, als ob ein primitives falsches Weltbild durch ein besseres, klügeres, einsichtigeres abgelöst wurde. Der Widerstand war dann lediglich borniert, von kirchlichen Kräften erzwungen. KUHN aber fragte, ob nicht das PTOLEMÄische Weltbild auch eine einsichtsvolle Welterklärung war und durchaus auch wissenschaftliche Gründe für seine lange Akzeptanz bestanden. Gemäß KUHN war keine andere astronomische Theorie wie die des PTOLEMAIOS bis in die beginnende Neuzeit so weit ausgearbeitet. Gewiß, sie stimmte nie ganz und benutzte komplizierte Erklärungen für die scheinbaren Hin- und Herbewegungen der Planeten. Die Alternative, die Umdrehung der Erde um die Sonne, war schon in der Antike diskutiert worden, aber schien noch weniger begründet und wurde daher verworfen. Aber gewisse Phänomene wurden eben so kompliziert, daß sie doch im 16. Jh. bei einigen zu Bevorzugung der heliozentrischen Theorie führten. Aber ein Problem in heliozentrischen Weltbild war, daß im alten Weltbild fallende Körper sich nach

dem Zentrum des Kosmos bewegen sollten, und nun, wenn die Erde sich um die Sonne bewegte, wieso fielen auf der Erde fallende Körper auf die Erde und nicht zum neuen Zentrum des Kosmos, zur Sonne (D. LEHOUX et al. 2012, S. 886) Bei dem Wandel der chemischen Vorstellungen im 18. Jh. ließen sich KUHNs Gedanken fast noch besser ausführen.

KUHNs deskriptive und vergleichende Theorie hat 3 Kernpunkte resp. Begriffe: 1. das "**Paradigma**", 2. die "**Anomalien**", 3. die "**scientific community**", Begriffe, die auch in den immer wieder gebrauchten Begriffsbestand der Wissenschaftshistoriker eingingen.

Das **Paradigma** ist eine zentrale Theorie, und mit ihr verbunden in ihren Geiste Lehrstühle, Lehrbücher, Lehrveranstaltungen. Forschungsmethoden - und noch gebliebene Fragen. Die "normale Wissenschaft" spielt sich innerhalb eines Paradigmas ab. Der "normale" Wissenschaftler will nicht die von ihm vertretene Wissenschaft, das von ihm in der Lehre aufgenommene Paradigma, umstürzen. Er will die "normale Wissenschaft" verbessern, weiter begründen, leistet "messende Aufräumarbeiten". Innerhalb etwa der mendelistischen Vererbungsforchung führt er noch einige Kreuzungsexperimente mehr aus, an bisher vielleicht nicht getesteten Organismen, baut aber Besonderheiten in die anerkannte Theorie ein. Für solche Arbeit und gemäß KUHN auch nur dafür erkennt ihn die Gemeinschaft der übrigen und vor allem der älteren Wissenschaftler an, die jene etwas schwer erfaßbare, auch übernationale Gemeinschaft bilden, die KUHN "**scientific community**" nennt. Die "scientific community" einer bestimmten Zeit setzt fest, was als "Wissenschaft" anerkannt ist. Sarkastischere Leute sprechen auch von der jeweiligen "Wissenschaftsmafia" (K. R. POPPER / K. LORENZ 1985).

Ein Paradigma gerät in Schwierigkeiten durch **Anomalien**. Als solche bezeichnet KUHN Phänomene, Sachverhalte, die sich nicht im herrschenden Paradigma unterbringen lassen. Oft wird versucht, sie durch "Hilfshypothesen" zu retten. Aber die nicht einfügbaren Anomalien lassen vor allem jüngere Forscher das bestehende Paradigma in Frage zu stellen und sie setzen ein neues an dessen Stelle, eines, das die bisher nicht recht beachteten und nicht einfügbaren Phänomene erklärt. Gelingt das, bildet sich eine anders denkende "scientific community". Paradigmenwechsel nennt KUHN "**wissenschaftliche Revolution**". Solche "wissenschaftliche Revolution" ist natürlich nicht an Tag und Stunde gebunden, sondern kann einen längeren Zeitraum, sogar Jahrzehnte, umfassen. Von der Veröffentlichung des Hauptwerkes von COPERNICUS 1543 bis zum Verhör GALILEIs vor dem Inquisitionstribunal 1633 lag fast ein

Jahrhundert, und noch länger gab es Anhänger des alten Weltbildes. Für die "**Copernikanische Revolution**" meinte KUHN (1981, S. 132 / 133) richtigerweise allerdings, daß es hier keine einzelne unmittelbar vorangegangene Feststellung einer Anomalie gab. Es wurde schon länger vorher debattiert, daß das ptolemäische Weltbildes kompliziert ist, und es wurde allmählich mit so vielen Abänderungen und Zusätzen versehen, daß es als einheitliche, geschlossene Auffassung allmählich zerfaserte. Seine "Anomalien" wurden also längere Zeit gespürt. Ein **Wandel im gesamten geistigen Klima** im 16. Jh. brachte den eher allmähliche und nur im 17. Jh. völligen Wandel.

Ein durchschaubarer Paradigmenwechsel liegt auch im Ersatz der Blutverteilungslehre von GALEN durch die Lehre vom **Blutkreislauf** von WILLIAM HARVEY 1628 vor (G. ZIRNSTEIN 197). Noch bis in HARVEYs Zeit war mit GALEN angenommen worden, daß der im Darm entstehende Nahrungsbrei in die Leber geführt und dort in Blut verwandelt wird. Von hier geht alles Blut in den Körper, an die Körperperipherie, und wird dort ständig verbraucht. Das venöse Blut geht durch die Venen körperwärts. Anderes Blut geht erst zum Herzen, nimmt hier Spiritus der Luft auf und wird ebenso körperwärts geführt und dort restlos aufgebraucht. Aber das genauere Studium der Venenklappen, segelartiger Gebilde in den Venen, ließ erkennen, daß diese das Blut in den Venen nicht körperwärts, sondern nur herzwärts fließen lassen. HARVEY wies dann nach, daß auch pro Herzschlag soviel Blut aus dem Herzen ausgestoßen wird, daß es unmöglich ständig neugebildet und immerfort im Körper verbraucht werden kann. Diese Befunde waren also Anomalien. In der Lehre vom Blutkreislauf wurden sie erklärt. Aber nicht mehr erklärbar war zunächst, daß es arterielles und venöses Blut gibt, denn in dem ständigen Kreislauf war nur ein Blut anzunehmen. HARVEY versuchte diesen Unterschied, der also seinem Paradigma nicht recht einzupassen war, wegzudiskutieren. Auch HARVEY sieht sich nicht als Revolutionär, sondern sieht seine Kreislauflehre eher als neues Forschungsergebnis einer schon eingeleiteten Diskussion. Die Lehre vom Blutkreislauf wurde von vielen Medizinern rasch anerkannt, so absurd sie manchen anfangs erschien.

Daß es Widerstand gegen ein neues Paradigma gab, wurde mit dem **Konservatismus im Denken der Gelehrten** erklärt, eine sogar als angeboren bezeichnete Eigenschaft. Solchen Konservatismus sah KUHN nicht als erster, die Rettung einer allgemein akzeptierten Theorie wurde auch im 18. Jh. bewußt

betrieben. Die damals zur Erklärung der Embryonalentwicklung vorherrschende **Präformationstheorie** wurde durch die Entdeckung einiger Phänomene in Frage gestellt. So entdeckte ABRAHAM TREMBLEY 1744, daß beschädigte Süßwasser-Polypen sich regenerieren, was der Schweizer Naturforscher CHARLES BONNET bei Süßwassermolchen (Triton) bestätigte, denn diese bilden abgeschnittene Gliedmaßen erneut. Daß sich kaum mit den vorgebildeten Keimen der Präformationstheorie erklären. BONNET aber erdachte zu deren Rettung die **Hilfshypothese**, daß manche Lebewesen in ihrem Körper in Miniaturform auch Ersatzteile vorgebildet besitzen, die bei Bedarf - und nur dann - an Stelle zerstörter Strukturen oder Organe treten. BONNET begründete (1772, S. 160). "Hat man mit großen Kosten ein neues Lehrgebäude aufgeführt, und zu Unterstützung und Auszierung desselben alle Hilfsmittel der Kunst verschwendet, so läßt man durch eine geringe Naturbegebenheit dasselbe nicht gern umstoßen, und mit demselben den davon gehofften Ruhm zu Grunde richten". Daß die präformierten Keime nicht gesehen wurden, begründete BONNET (S. 170) damit, daß die "außerordentliche Weichheit, ich möchte wohl sagen, die Flüssigkeit des Keimes, machet die Theile desselben zu allen Abänderungen geschickt: solche, die ihr bey dem erwachsenen Thiere nicht begreifen würden, kommen hier von den allergeringsten Ursachen her". Gemäß der **Phlogiston-Theorie** der Chemiker des 18. Jh. sollte beim Verbrennen eine Substanz abgegeben werden, eben das "Phlogiston". Wägung erhitzter und damit verkalkender Metalle gaben aber eine Gewichtszunahme. Offensichtlich unwillig, die Phlogiston-Theorie aufzugeben, wurde gemeint, daß es ein "negatives Gewicht" gibt und so trotz Phlogistonabgabe Gewichtsverlust eintritt. CUVIER schrieb dazu an PFAFF: "Positiv leicht, lachhaft". Im 19. Jh. meinte der **Ernährungsphysiologe** CARL von VOIT (s. O. FRANK 1910, S. 11): "Wenn experimentelle Untersuchungen zu einem Ziele führen, das sich mit den gangbaren Anschauungen der Zeit in Übereinstimmung bringen läßt, so gibt man sich damit gerne zufrieden, weshalb es viel für sich hat, mit dem Strome der Zeit zu schwimmen. Wenn sie aber in das Bild, das sich jeder nach den bestehenden Kenntnissen von seiner Wissenschaft macht, nicht passen, und man infolge davon allerlei Vorstellungen ändern und anerkennen muß, daß man bisher geirrt, so entschließt man sich schwer dazu und wird leicht gegen den, der mit harter Arbeit die Vorurteile zu bekämpfen gesucht, ungerecht". Der Botaniker J. REINKE (1925, S. 443) war überzeugt: "Ich weiß zur Genüge, daß man niemanden, der zu einer abgeschlossenen Überzeugung gelangt ist, in dieser Gleichgewichtslage seiner Meinung zu erschüttern vermag".

KUHNs Beschreibung der "Struktur wissenschaftlicher Revolutionen" ließ vieles in der Entwicklung der Wissenschaften neu, anders als bisher sehen. Es **lenkte den Blick** von der eher kumulativen Betrachtung der Wissenschaftsentwicklung auf die Substitution grundlegender Theorien, so wie es dann etwa für die von LAVOISIER bewirkte Umwälzung in der Chemie oder die von DARWIN in der Biologie geschah. Durch KUHNs Auffassung wurde deutlicher als bisher, daß sich die Wissenschaften früherer Epochen auch für vollendet hielten, in deren Paradigma nur einige Reste zu klären waren. Paradigmenwechsel beruhte aber nicht nur auf der Auffindung neuer "Wahrheit", sondern sollte auch Konsequenz von neuartiger Argumentation sein. Das neue Paradigma, die neue Sicht, wurde gemäß KUHN eher im Sinne von "conversion", durch "Überredung", nicht nur durch rational begründete "Überzeugung" akzeptiert. Ein neues Paradigma erklärte teilweise Fakten nicht, für die das ältere eine Erklärung bot. So eben die zwei Blutarten. Gern wurde PLANCKs Ausspruch ergänzend hinzugefügt, daß eine neue wissenschaftliche Auffassung sich nicht bei den älteren Gelehrten durchsetzt, daß diese erst aussterben müssen, damit neue Ideen sich durchsetzen.

Der Wert auch überwundener Theorien wurde durch KUHNs Ansichten eher höher als in der rein kumulativen Betrachtung der Wissenschaftsentwicklung anerkannt. Wenn Paradigmenwechsel namentlich auch Konvention war, fehlte die rechte Anerkennung von wissenschaftlichem "Fortschritt". Da die objektive Welt immer dieselbe blieb, verdeutlichte der Paradigmenwechsel die subjektiven Änderungen in der Weltbetrachtung durch die beteiligten Forscher. Obwohl die objektive Welt blieb, arbeiteten die Wissenschaftler "in einer anderen Welt" (P. SITTE 1978, S. 12). "Why", fragte A. GROBLER (1990, S. 494) "does only one of many incommensurable paradigms that bud in extraordinary research burst into flower and open a new period of normal science?" Psychologische Faktoren sollten recht entscheidend sein. In seinem Buch über die "kopernikanische Revolution" (1981, S. 3 / 4) hatte KUHN auch geschrieben: "Die Wandelbarkeit ihrer Grundbegriffe ist jedoch kein Grund, Wissenschaft abzulehnen. Jede neue wissenschaftliche Theorie bewahrt einen harten Kern an Wissen, den ihre Vorgänger geliefert haben und ergänzt ihn. Wissenschaft arbeitet fort, indem sie alte durch neue Theorien ersetzt. Unser von Wissenschaft durchdrungenes Zeitalter erfordert jedoch eine distanzierte Betrachtung der als gültig erachteten Grundlagen eben dieser Wissenschaft, gerade die Geschichte ermöglicht uns diese Distanz. Wenn wir die Ursprünge



der heutigen wissenschaftlichen Begriffe aufdecken und die Art, in der die vorausgegangenen Konzepte verbessert wurden, dann können wir vermutlich leichter beurteilen, ob unsere heutigen Ideen Bestand haben werden". KUHN selbst hat seinen Paradigmenwandel auch mit politischen Revolutionen verglichen, jene Ereignisse, die von den zu ändernden gesellschaftlichen Institutionen verboten sind, die den Rahmen der bestehenden Normen und Gesetze durchbrechen (s. a. W. v. ENGELHARDT 1975, S. 22).

Die große Resonanz für KUHN lag wohl auch an dem übersichtlichen Schema, **wissenschaftlichen Wandel zu erfassen** und zu **beschreiben**. Die KUHNsche Theorie lieferte einen Faden, der Anleitung gab, mehr, als nur Personen und Fakten der Wissenschaftsgeschichte zu beschreiben. Die KUHNsche Theorie ähnelt etwas der "Modernisierungstheorie" der Historiker, die damit vorgeben, welche Kriterien gesellschaftlichen Wandels wichtig sind und nach denen Geschichte zu beschreiben und bis zu einem gewissen Grade auch zu werten ist.

Die ganz großen Paradigmenwechsel gab es wohl in der Vergangenheit. Das schließt auch ganz neue Gedanken und Überwindung bestehender Dogmen in kleinerem Bereich nicht aus.

Wer auf den mit KUHN fahrenden Zug aufspringen wollte, um etwas vom Ruhm mit abzubekommen, der sah dann viel Paradigmenwechsel, sehr zweifelhaften, und sah dann die Polymerchemie als Paradigmenwechsel, was bei STAUDINGERS Anerkennung KEKULEscher Kohlenstoffbindungen auch in den Polymeren diese gerade in die bisherige Chemie einfügte (s. a. u.).

### **Kritische Gedanken zur KUHNschen Auffassung der Wissenschaftsentwicklung**

Für die Anhänger der Auffassung von KUHN wurden bald **zahlreiche Ereignisse** in der Wissenschaft **als wissenschaftliche Revolutionen beschrieben**. Manchen schien die Entwicklung der Wissenschaften eine fast unübersehbare Folge von auch kleinen "wissenschaftlichen Revolutionen", fast "Mini"-Revolutionen, zu sein und Kleingeister und Lobhudeler suchten im KUHNschen Fahrwasser ihre Karriere voranzubringen. Es gab die Gefahr, alles und jedes in der Entwicklung der Wissenschaften dem Schema KUHNs unterzuordnen, die Fakten auch gewaltsam und willkürlich ihrem Interesse einzupassen.

Es wurde jedoch richtigerweise gefordert, so von ELISABETH STRÖKER, die KUHNsche Theorie wie jede Theorie, wie jedes "Paradigma", als ein durch neue Argumente, durch "Anomalien" überwindbar zu behandeln. Es wurde verwiesen auf Einseitigkeiten, Simplifizierung, ja fehlerhafte Darstellung der wissenschaftlichen Entwicklung durch KUHN. Er habe den Wandel in der Wissenschaft von einer zu großen Höhe, einer zu großen Entfernung, zu komprimiert, gewissermaßen im Zeitraffer betrachtet hatte und aus dieser Sicht übersah er zahlreiche Einzelheiten in den Wandlungsprozessen, was den Übergang von einem Paradigma zu einem nächsten viel zu abrupt erscheinen ließ (A. GROBLER 1990). Bei KUHN standen sich die Theorien, die Paradigmen, vor allem **ausschließend** gegenüber, blieben Kontinuitäten zu unbeachtet.

Trotz KUHN und auch linken "revolutionären" Phrasen betonten andere Wissenschaftshistoriker und vor allem in der Forschung wirkende Forscher den **prinzipiellen Fortbestand vieler Gedanken** und deren schrittweisen Ausbau. Etwa der französische Wissenschaftsphilosoph DUHEM suchte nach einer möglichst engen **Verbindung** der Lehre des COPERNICUS **mit Ideen aus dem Mittelalter** (E. OESER 1979), zumal COPERNICUS selbst auf bereits vorhandenen Beobachtungsdaten aufbaute, er also "seine Konstruktion des Weltsystems aus Teilschritten zusammensetzte, die schon in die Geschichte eingegangen waren" (E. OESER 1979, S. 148). **Kontinuität** wurde dann besonders auch in den Forschungsmethoden, **im grundsätzlichen Denken** gesehen. E. OESER (1979, S. 154) meinte, es besteht "trotz des Wechsels der Inhalte ein prinzipiell gleichbleibender Weg der Gewinnung, Sicherung und Korrektur der Erkenntnis in der historischen Entwicklung der Erfahrungswissenschaften."

Die Experimente, welche im 18. Jh. die Anhänger der Phlogiston-Theorie wie dann jene der Oxydationstheorie von LAVOISIER durchführten, etwa das Erhitzen von Metallen und die Feststellung von deren 'Verkalkung' und auch die Experimente mit Quecksilber und Luft waren ohnehin dieselben. Unterschiedlich war zunächst die Deutung und nur im weiteren Verlauf von Wägungen etwa mußte der LAVOISIERSchen Seite die größere Wahrscheinlichkeit zukommen.

Kritisch gegen KUHN stand der Philosoph POPPER. Hätte KUHN recht, dann hätte nach POPPERs Ansicht keine "wissenschaftliche Gemeinschaft" bestehen

können, weil die am Weiterbestand ihres Paradigmas interessiert war, Nach POPPER waren neue Aussagen von Anfang an so zu formulieren, daß die Möglichkeit ihrer Falsifizierbarkeit angeboten wird. Also Falsifizierbarkeit müßte von vornherein bei einer anständigen wissenschaftlichen Hypothese oder Theorie für möglich inbegriffen sein. Nach POPPERs wohl gewichtigerem Einwand bestand auch **niemals** in irgendeiner "maturierten", also ausgereiften Wissenschaft zu irgendeinem Zeitpunkt ausschließlich **eine einzige Grundmeinung**. Seit den Tagen des PARMENIDES und des DEMOKRIT in der Antike und bis in die neuere Zeiten wirkten zur Erklärung des **Aufbaus der Materie** gleichzeitig die Vertreter der "**Kontinuum-Theorie**" und die "**Diskontinuum-Theorie**", ohne daß es zum längeren Sieg der einen oder der anderen Auffassung gekommen wäre. Es gab in etlichen Wissensgebieten auch mehrfachen Wandel mit Rückkehr zeitweise zurückgewiesener Ideen. In der **Tierpsychologie**, in den Ansichten von den psychischen Eigenschaften und Leistungen der Tiere, standen sich mehrfach ähnliche entgegengesetzte Meinungen gleichzeitig gegenüber. DESCARTES sah Tiere als von ihrem Schöpfer eingerichtete "seelenlose" Automaten, nach moderner Terminologie "programmiert", von den mit einer unsterblichen Seele ausgestatteten Menschen stark unterschieden. Mit der Kritik an der Religion, mit dem Zweifel an der unsterblichen Seele sowie überhaupt mit der "Aufklärung" im 18. Jh. wurden die Tiere aufgewertet, galten nunmehr als zu höherer geistiger Leistungen fähig, nahegelegt von LE ROY. Auch für die Evolutionsbiologen mußte es günstig sein, wenn die Kluft zwischen Tieren und Menschen möglichst klein erschien, weil das die Evolution der Menschen von höheren Primaten nahelegte. Etwa DARWIN, LUDWIG BÜCHNER, FRIEDRICH ENGELS schrieben daher wenigstens den höheren Tieren relativ hohe psychische Leistungen zu. Als am Ende des 19. Jh. Teile der Biologie und namentlich die Abstammungslehre als zu unexakt erschienen, meinten die US-amerikanischen "Behavioristen", daß man über die Empfindungen der Tiere gar nichts wissen könne, nur Reize und darauf folgende Reaktionen sich messen ließen. In der Schule von PAWLOW in Rußland wurde alles "Psychische" am Tier auf Reflexe zurückgeführt. Es waren dann Verhaltensforscher namentlich in Deutschland, etwa ERICH HOLST und KONRAD LORENZ, die den höheren Tieren wieder höhere psychische Leistungen zubilligten, was von der Feldforschung an Menschenaffen weiter bestätigt wurde.

Wurde KUHNs Auffassung von der nicht allein rational erklärbaren Anerkennung eines neues Paradigmas akzeptiert, mußte gefragt werden, warum es überhaupt **so viel Einigung** in der Wissenschaft gibt, wie besteht, im Unterschied zu Ansichten über Politik, Religion und auch Kultur. Etwa Pflanzenphysiologen aus Westeuropa, Rußland oder China haben im allgemeinen jene menschliche und auch prinzipielle wissenschaftliche Übereinstimmung gefunden, die in anderen Bereichen jedenfalls lange fehlte. Für diese Übereinstimmungen war doch **Rationalität** (A. GROBLER 1990) vorauszusetzen. Totalitäre Regimes haben sich demgegenüber zur Trennung der Menschen verschiedener Völker auch in der Wissenschaft bemüht, nationale oder politisch-weltanschauliche Strömungen in der Wissenschaft zu postulieren, etwa die "deutsche" Physik unter HITLER eine "deutsche" Physik einer angeblich "jüdischen" entgegenzustellen oder wurde in den kommunistischen Staaten eine angebliche "proletarische" Wissenschaft der "bürgerlichen" als unversöhnlich entgegengesetzt.

Die KUHNsche Auffassung wurde auch von anderen Fachbereichen aufgegriffen, um etwa **Wechsel in der Kunst** zu erklären. Hierbei sind allerdings eher Emotionen, Stilempfinden, oder wie immer man die Dinge umschreiben will, für den Wechsel zuständig.

### **"Whig-History" - Sir HERBERT BUTTERFIELD**

Es wurde für Geschichtsschreiber von Wissenschaft, Technik, Kultur gefordert, mehr sich in den Gedankenwelt einer beschriebenen vergangenen Epoche einzuleben, welche Dinge anders sah als die eigene Zeit. So werden gern die heute wichtigen Dinge in den Wissenschaft zum Ausgang genommen, um danach die vergangenen Leistungen als mehr oder weniger großartig zu schildern. Frage sollte sein: Wie sahen die Zeitgenossen die Welt ihrer Zeit? Der britische Historiker Sir HERBERT BUTTERFIELD (B. SIMMS 2004) nannte die von der Gegenwart ausgehende Geschichtsbetrachtung "Whig-History", nämlich die Geschichte nach einer politischen Richtung in England, nach den Auffassungen der Whigs zu beurteilen.

Historiker des 20. Jh. haben sich ohne Verwendung des BUTTERFIELDschen Terminus von der einseitigen Geschichtsbetrachtung von früher gelöst. Mehr von den Massen, dem leidenden Volke aus, wäre die Geschichte zu berichten. Nicht von Feldherren und Siegen her, sondern von den Männern des Friedens und der

Völkerverständigung, der Aufklärung und der Zurückweisung einseitiger Religiosität. Neue Namen rückten in den Mittelpunkt.

### **Kontinuität in der Wissensentwicklung - Wandel der Wissenschaftsdisziplinen unter Fortbestehen bisheriger Leistungen**

Forscher sehen wohl viel mehr Kontinuität in ihren Forschungsbereichen als ihnen manche Wissenschaftshistoriker und Wissenschaftsphilosophen einreden wollten. Vieles, was in einer Wissenschaft irgendwann neu hinzukam, kann nicht unter "wissenschaftlicher Revolution" eingeordnet werden, sondern als **Ergänzung** resp. **Erweiterung des Bestehenden**. Das gilt auch, wenn es großartige neue Errungenschaften waren, ja auch die Abkehr von einer Teilauffassung. Ihr Ersatz ist noch nicht 'Revolution', und auch, wenn das Neue ausgezeichnet wurde etwa mit dem Nobelpreis.

**Akkumulierend sind alle 'sammelnden' Wissenschaften.** Immer neue **Fakten** kommen hinzu, **bereichern den Fundus der Kenntnisse**, beispielsweise in Archäologie, Paläontologie, in der Geologie. Es kam dabei auch neue 'umstürzende' Erkenntnisse geben, aber eine vorangehende Faktenbereicherung liegt dem vielfach zugrunde. Erst mit Befunden wurde deutlich, was es in der Kreidezeit mit Meereseerwärmung (R. L. LARSON 1995) oder gar mit einem Meteoriteneinfall an Veränderungen in der Organismenwelt gab. In der Speziellen Botanik und Zoologie werden bis heute immer wieder neue Formen, ob Arten oder Unterarten, beschrieben. Es gab Entdeckungen, welche das Bild vom Werden der Organismenwelt, von ihrer Evolution, stark veränderten. Erinnerung sei an den Fund des rezenten **Quastenflossers**, *Latimeria*, vor der Küste von Südafrika. Bei aller neuen Einsicht in den Fund, fast als 'revolutionär' zu sehen, er hat ergänzt und korrigiert, nicht umgestürzt.

In der Astronomie bildete sich um 1860 die **Astrophysik** heraus, aber sie setzte sich nicht an die Stelle der bisherigen vorherrschenden Positionsastonomie, sondern "by", wie J. MEADOWS (1984, S. 269) schrieb, "leaving the framework intact while changing the focus of attention". "Such alterations in subject matter", aber heißt es bei J. MEADOWS (1984, S. 269) weiter, "can affect the development of a discipline just as dramatically as a full - blown revolution", hätten aber weniger die Aufmerksamkeit der Wissenschaftshistoriker erregt. Eine Gewichtsverschiebung in einer

Wissenschaft durch Neuentstehung eines Fachgebietes ohne Beseitigung bisheriger Forschungsergebnisse war ebenso die Herausbildung der **Entwicklungsphysiologie** in der Biologie, als sich um 1880 Zoologen wie WILHELM ROUX, THOMAS HUNT MORGAN, HANS DRIESCH und Botaniker wie JULIUS SACHS, HERMANN VÖCHTING, KARL GÖBEL neuen Fragestellungen über die Keimesentwicklung zuwandten, nämlich der Untersuchung ihrer Faktoren. In der bisher vorherrschenden beschreibenden Embryologie war schon viel zustande gekommen, auch sie behielt ihren Wert, blieb in ihrem Inhalt bestehen.

Es war in der organischen Chemie gewiß aufsehenerregend, als für einen Teil der organischen Verbindungen, die mit asymmetrischem Kohlenstoff-Atom, durch VAN'T HOFF und LE BEL **räumliche Formeln** vorgeschlagen wurden und der Leipziger Chemiker KOLBE widersprach dem heftig. Aber die neuen räumlichen Formeln ersetzten die bisherigen Strukturformeln nicht revolutionär umstürzend, ergänzten sie eher. Ebenso bildete die von vor allem von HERMANN STAUDINGER (R. OLBY 1976, C. PRIESNER 1987, H. STAUDINGER 1926, 1954) durchgesetzte Anerkennung von Makromolekülen und die damit verbundene Makromolekularchemie eine Ergänzung, keinen Bruch mit allen bisherigen Vorstellungen, denn die meisten Konstitutionsauffassungen blieben davon unberührt. EMIL FISCHER und andere hatten den Aufbau der **Eiweiße** aus **Aminosäuren** festgestellt, aber sowohl die Konstituierung der Eiweiße als Makromoleküle im Sinne STAUDINGERS wie die Aufklärung der Aminosäuresequenz eines Proteins, des Insulin, durch SANGER bis 1955, und Erkenntnisse über den Aufbau der Eiweiße auf Grund der den DNA-Code überbringenden m-RNA an den Ribosomen waren großartige, einst unvorstellbare Erweiterungen, jedoch nicht Bruch. Die Makromoleküle STAUDINGERS brachen mit den Vorstellungen über Aggregation von kleinen Molekülen bei Eiweißen, Zellulose und Stärke, aber die Anerkennung normaler Kekulescher Bindungen von Kohlenstoff-Atom zu Kohlenstoff-Atom, C-C usw., führte zu einer eher konservativen Vorstellung von den Bindungen im Makromolekül.

Die Gewinnung immer neuer Erkenntnisse in der **Genetik** beruhen auf einer fast großartigen Kontinuität. Das was zu einem bestimmten Zeitpunkt als neuer Befund gefeiert war, wurde nicht als generell falsch erwiesen, aber durch Neues wesentlich ergänzt und war dann mehr Vorläufertum. Die aus der Merkmalsweitergabe in der auf MENDEL und der dann auf ihm aufbauenden Forscher abgeleiteten Erbfaktoren, von BATESON als 'Gene' bezeichnet, waren

zuerst nur abstrakte, formale Gebilde, über deren chemische Zusammenfassung kaum Spekulationen möglich waren. Mit der Chromosomentheorie der Vererbung vor allem der MORGAN-Schule wurden die Gene in einer morphologischen Struktur, in den Chromosomen, lokalisiert. Und wurden auch morphologische Veränderungen, etwa Verdoppelungen und Verlagerungen im guten Mikroskop feststellbar und wurden Mutationen, beruhend auf Gen-Veränderungen, zugeordnet. Die Auslösung von Mutationen, Gen-Veränderungen, durch energiereiche Strahlung und vor allem auch durch bestimmte chemische Substanzen, verwies auf eine anzunehmende **chemische**, auch chemisch **veränderbare Zusammensetzung** der Gene. Ab der 1930-er-Jahre wurde, in der '1-Gen 1-Enzym'-Hypothese, wahrscheinlich, daß das einzelne Gen für ein spezifisches Enzym zuständig ist. Dann, mit dem Gipfel 1953 mit CRICK und WATSON, wurde die chemische Zusammensetzung der Vererbungssubstanz deutlich, die in der **Desoxyribonukleinsäure DNA** und nicht in der Protein-Komponente lag. Gefunden wurde dann, daß die Gene nicht unmittelbar Proteine/Enzyme bilden, sondern die kleinere Ribonukleinsäure, messenger-RNA, das vermitteln muß. Und auch zum An- und Abschalten der Gene gab es Einrichten. Nachfolgende Ergebnisse nahmen die vorangegangenen in sich auf.

Um noch einen Einzelfall in der Genetik anzuführen, die **Sichelzellen-Anämie** mit ihrem veränderten Beta-Globin im Protein-Anteil des Blutfarbstoff Hämoglobin (R. KNIPPIRS 2012, S. 199): 1949 fanden LINUS PAULING und HARVEY ITANO, daß normales Beta-Globin und das Beta-Globin in den sichelförmigen Roten Blutkörperchen/Erythrozyten im elektrischen Feld, bei der Elektrophorese, mit etwas unterschiedlicher Geschwindigkeit wandern. 1956 fand der 1924 in Breslau geborene und als Jude mit seinen Eltern nach England emigrierte V. M. INGRAM mit der nunmehr bekannten Sequenzmethode, daß in der Beta-Globin-Kette an einer Stelle eine andere als die normal dort vertretene Aminosäure steht, Valin statt Glutaminsäure. Und etwa 20 Jahre später wurde nachgewiesen, was sich in der Vererbungssubstanz in der Basenfolge des kleinen, das Beta-Globin bestimmenden Teils geändert hatte. Von physikalischen Unterschieden zur Feststellung einer kleinen chemischen Veränderung und dann deren Grundlage in der Vererbungssubstanz - wenn das keine klare Abfolge, eine Kontinuität in einer **Entdeckungs-"Sequenz"** ist.

Bei der Erforschung der für die **Licht-Perzeption in den Rezeptorzellen der Augen** vorkommenden **Pigmente** sah GEORGE WALD (1968, S. 231), einer

der drei Nobelpreisträger für Physiology/Medicine von 1967: "A basic characteristic of the scientific enterprise is its continuity. It is an organic growth, to which each worker in his time brings what he can: like Chartres or Hagia Sofia, to which over the centuries a butress was added here, a tower there."

Wer vom prinzipiell akkumulierenden Werden der Wissenschaft überzeugt ist, fordert nicht nur - und das richtigerweise - daß **die jeweils neuesten Lehr- und Handbücher** den jeweils aktuellen Stand in ihrem Wissensgebiet widerspiegeln, er ist auch damit einverstanden, daß vorangehende Auflagen solcher Bücher aus den Bibliotheken aus Platzgründen rasch als überholt ausgesondert werden. Aber leicht kann dann wohl der Studierende vom Wandel in den Auffassungen nur wenig mitbekommen. Auch Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte sollte er kennen und der Wissenschaftshistoriker kann auf die Werke von vorgestern nicht verzichten. Für etwa den praktischen Arzt, wäre natürlich höchst wünschenswert, daß ihm neueste Auflagen den gültigen Stand in seinem Fach zeigen und immer das neueste Standardwerk sich zuzulegen wäre wichtig. Oder könnte man stets nur die Änderungen von einer Auflage zur nächsten in Sonderdrucken billiger abgeben? Verlage brauchen jedoch Umsatz! Und ist das Neueste immer das einzig Richtige?

### **"Darwinistische" Theorie der Wissenschaftsentwicklung - Selektion unter den angeblich allgegenwärtig vorhandenen Ideen**

Ein anderes allgemeines Konzept, daß die Wissenschaftsentwicklung unter einem Gesichtspunkt erklären wollte, baute auf der Selektionstheorie von CHARLES DARWIN auf, nach dem unter den ungleichen Individuen einer Art und unter den Arten in einem steten "**Kampf ums Dasein**" sich die am besten "angepaßten" Formen durchsetzen. Dem Kampf zwischen den Individuen und den Arten ähnlich gäbe es den Kampf zwischen den Ideen. In der Welt der Lebewesen ist bei vielen Arten stets ein Angebot an verschiedensten erblichen Abänderungen, an Mutationen, ein "Genpool", vorhanden. In der Welt des Denkens würden fortlaufend die verschiedensten Ideen erdacht, liegt ständig ein reiches Angebot an Ideen vor. Die Wissenschaftler und auch die Öffentlichkeit betrieben unter diesen Ideen **Selektion**, akzeptierten die einen und ließen andere unbeachtet. Die Menge der akzeptierten Ideen wäre demnach lediglich eine kleine Auswahl der vorhandenen, auch der irgendwo publizierten. Für Anhänger der Selektions-Auffassung von den Ideen ist die Wissenschaftsentwicklung



mehr als an die Schaffung, die **Kreation** von Ideen, an die **Akzeptierung**, die **Rezeption**, die Resonanz von Ideen gebunden. Nur durch die Rezeption, oft nach dem Nutzen, gewinnen bestimmte Ideen Heimatrecht in einer Wissenschaft. Ideen wären eher wohlfeil. Viele "liegen" nach einer viel verwendeten Metapher wenigstens zeitweise "in der Luft". Die Selektion aus dem Ideenangebot wäre das die Entwicklung der Wissenschaften **kanalisierende Moment**. H. HUNGERLAND schrieb (1984, S. 1612): "Die heutige weitgehende Übereinstimmung unserer Erkenntnisse mit der objektiven Wirklichkeit erklärt sich als Folge eines Auslesevorganges" oder "unser "Ringens um Erkenntnis" basiert auf der Selektion der Ideen, die zufällig der Wirklichkeit zu entsprechen scheinen." In einem bestimmten Stadium von Forschung sind wohl jeweils bestimmte Ideen besonders willkommen.

In hingeworfenen Bemerkungen wurde das Konzept von den ständig vorhandenen, gleichsam in der Luft schwebenden und nur aufzugreifenden Ideen schon manches Mal geäußert. In Anlehnung an LIEBIG sah der Chemiker KEKULÉ als herausragende Geister Personen, welche noch provisorisch formulierte Ideen ergreifen, formen, ausformulieren und bekannt machen: "Unzählige Keime des geistigen Lebens erfüllen den Weltraum, aber nur in einzelnen seltenen Geistern finden sie den Boden zu ihrer Entwicklung: In ihnen wird die Idee, von der niemand weiß, von wo sie stammt, in der schaffenden Tat lebendig" (zitiert aus A. von WEINBERG 1930, S. 170). Das wissenschaftstheoretisch formulierte Konzept von der diffusen Verbreitung von Ideen, unter denen in der Wissenschaftlergemeinschaft selektioniert wird, findet sich im 20. Jh. bei KUHN, und wurde vor allem von STEPHEN TOULMIN durchgearbeitet (L. J. COHEN 1973). Wie in der "geistigen Welt" insgesamt, können auch **im einzelnen Kopf verschiedene Ideen** vorhanden sein, die ihr Träger nicht sofort für die Öffentlichkeit formuliert und zwischen denen zunächst eine Art Wettstreit besteht. Es fiel auf, daß EINSTEIN in Seminaren bei Vorträgen junger Leute rasch die "wunden" Punkte aufzeigte. Als jemand meinte, daß EINSTEIN einen wunderbar raschen Geist haben müsse, um sofort so viele Einwände vorbringen zu können, antwortete EINSTEIN (zitiert aus O. R. FRISCH 1981, S. 57), daß er alle diese Theorien, die von den "gescheiterten jungen Männern vorgetragen werden", schon kenne, weil er sie selbst schon ausgedacht, aber bisher noch nicht mitgeteilt hat. "Darum", meinte er, "weiß ich genau, wo der wunde Punkt liegt".

Grundlegende Ideen auch späterer Wissenschaft fänden sich ohnehin bereits im alten Griechenland, etwa die des **Atomismus** bei LEUKIPP, DEMOKRIT, später EPIKUR. Dieser Atomismus wurde auch infolge allgemeiner und religiöser Vorstellungen verworfen oder, so im 17. Jh. bei GASSENDI, wieder aufgegriffen. Immer wieder erschien auch die Idee von "polaren Kräften", von "chemischen Signalen". Gemeint wurde auch, daß der normale Mensch immer einmal die verrücktesten Ideen hat, solche, die er im Unterschied zu denen in der Wissenschaft meist nicht überprüft, von denen er sich jedoch in "innerer Überzeugung" oft, auch in gefährlicher Weise, leiten läßt. H. HUNGERLAND meinte (1984, S. 1609): "Aber die Mehrzahl unserer Ansichten sind Wunschträume, leidenschaftliche Überzeugungen, die wir nicht überprüft haben oder nicht überprüfen können, und nur in jenen engen Bereichen, die wir im wahren Sinne des Wortes studiert und erforscht haben, denken und handeln wir nach naturwissenschaftlich überprüften Gesetzen und Regeln.

Dort, wo wir nicht urteilen können, weil uns ausreichende Erfahrung und Wissen fehlen, dort sprechen und handeln wir aus dem heraus, was wir "Überzeugung" nennen, und daher unsere Heftigkeit und unser Dogmatismus in diesen Dingen".

Vom Reichtum der Phantasie sprechen etwa die unterschiedlichen religiösen Vorstellungen, Ideen, für die manche Gläubigen die unglaublichsten Prozeduren und Prozessionen und selbst Qualen auf sich nehmen. In der Wissenschaft gibt es immerhin oft eine **Prüfung der Ideen**, etwa auf Übereinstimmung mit der Realität.

Von L. J. COHEN wurde etwa 1973 **bezweifelt**, daß die Ideen den "Spezies" der Lebewesen und ihre Auswahl der Selektion in der Natur verglichen werden können, und die "darwinistische" Auffassung der Wissenschaftsentwicklung mag dann vor allem nur eine Metapher sein. Im einzelnen, forderte er zu Recht, müßte untersucht werden, welche verschiedenen und unbeachteten Ideen und Gedanken denn in den verschiedenen Perioden der Geschichte durch die allerverschiedensten Zeitschriften geisterten und unbeachtet blieben, obwohl sie mit in späterer Zeit akzeptierten Ideen wenigstens weitgehend übereinstimmen. Daß eine große Zahl der irgendwie möglichen Ideen schon einmal gedacht wurde und in vielen Fällen auch irgendwo niedergelegt wurde, also im vorhandenen Wissenschatz gesucht und gefunden werden kann und Neu-Erdenken erspart, wird auch bezweifelt. Etliche im 20. Jh. wichtig gewordene Ideen waren in früheren Perioden der Wissenschaft wohl gewiß nicht

vorhanden. Auch manche einfache Idee wurde erst spät in der Entwicklung von Wissenschaft und Technik gefunden (A. EINSTEIN 1934). Das Rad, dem eine entsprechende Idee vorangehen mußte, wurde nur in manchen alten Kulturen, nicht in allen erdacht oder wenigstens angewandt. Weder das Alte Reich der Ägypter noch die altamerikanischen Kulturen kannten das Rad, wobei allerdings im vorspanischen Amerika auch die nötigen Zugtiere gefehlt hätten. Der Pflug und die Milchviehhaltung, wurde von HAHN geäußert, sind möglicherweise nur einmal, an einem Orte der Erde gefunden worden und wurden von dort aus in andere Territorien verbreitet. An offensichtlich nur einem Ort wurden das Auslegerboot der Poylnesier in der Südsee und die Hängematte der südamerikanischen Indianer erdacht. EINSTEIN (1934) verwies auf das an sich einfache FLETTNER-Schiff, dessen Bewegung durch einen schornsteinartigen Rotor zustandekommt, erfunden erst im 20. Jh. erfunden, ohne weite Verbreitung zu finden. POPPER meinte (1985 / 1993, S. 72 / 73) im vollkommenen Unterschied zu den Anhängern der Ideen-Selektion: "Das wertvollste Besitztum der Menschen sind Ideen. Wir haben nie genug Ideen. Woran wir leiden ist Ideenarmut".

Faßbarer als bei wissenschaftlichen Ideen ist ein **Wettbewerb zwischen Erfindungen** in der Technikgeschichte, für die man von einem "Technikdarwinismus" sprach (W. KÖNIG 1984, S. 249). Die Gestehungskosten, aber natürlich auch die Gebrauchseigenschaften, machmal die Reklame, führen zur Auswahl der angebotenen Güter durch die Kunden.

### **Ein Ende für die Wissenschaft? - Kein Ende in Sicht?**

Bisweilen wurde erörtert, ob einmal alles Erforschbare erforscht ist und damit die Forscher arbeitslos werden. Am Ende des 17. Jh. bestand der Eindruck, daß die mechanistische Deutung der Lebenserscheinungen die großen Probleme geklärt hat und der von Studenten von überall her besuchte Repräsentant dieser Meinung, HERMANN BOERHAAVE in Leiden, wurde deshalb auf mehrere Lehrstühle berufen, nach dem für Medizin und Botanik 1709 zusätzlich auf den für klinische Medizin 1714 und noch den für Chemie 1718 - niemand anders schien ihn übertreffen zu können, ihn, den ein Brief aus China erreichte, auf dem als Adresse nur stand "Boerhaave - Europa." Durch GEORG ERNST STAHLs "Animismus" und später ALBRECHT VON HALLER geriet die übertrieben mechanistische Lebensauffassung ins Bröckeln und schien er nötig,

wieder alles neu zu betrachten. Nach der Vorstellung des durchaus als Führer angesehenen Chemikers JÖNS JAKOB BERZELIUS (F. SZABADVÁRY 19) war die Chemie um 1840 ein lückenloses Ganzes, ein intaktes Gebäude. Und dennoch war eine Grundlage der Chemie von BERZELIUS im Fall, die elektrochemische Theorie, wonach alle Verbindungen aus zwei elektrisch unterschiedlich geladenen Bestandteilen bestehen. Als MAX PLANCK (1858 / 1927) sein Physik-Studium in München begann und sich bei seinem etwa im 70. Lebensjahr stehenden "ehrwürdigen Lehrer Philipp von Jolly wegen der Bedingungen und Aussichten" seines "Studiums" um Rat bat, schilderte JOLLY "die Physik als eine hochentwickelte, nahezu voll ausgereifte Wissenschaft, die nunmehr, nachdem ihr durch die Entdeckung des Prinzips der Erhaltung der Energie gewissermaßen die Krone aufgesetzt sei, wohl bald ihr endgültige stabile Form angenommen haben würde." Nur hier wäre vielleicht noch Winkelchen, Stäubchen oder Bläschen "zu prüfen oder einzuordnen, aber das System als Ganzes stehe ziemlich gesichert da, und die theoretische Physik nähere sich merklich demjenigen Grade der Vollendung, wie ihn etwa die Geometrie schon seit Jahrzehnten besitze." Wie bald, und eingeleitet unter anderem durch PLANCK kam der "Umsturz im Weltbild der Physik". Für die Medizin meinte 1993 (S. 181) HERIBERT THALER: "Nie mehr in der Geschichte der Medizin wird sie sich so sehr verändern, wie sie es unter unseren Augen getan hat" - also im 20. Jh. mit elektronenmikroskopischer Zellforschung, Molekularbiologie, in der Astronomie usw.

In der bisherigen Geschichte der Wissenschaften wurden immer wieder neue Probleme gefunden und konnte mit neuen Methoden geforscht werden, ja nahm in vielen Fachgebieten mit dem Bekanntwerden von Dingen die Zahl der noch zu lösenden Fragen sogar zu. Angesichts der Fülle neuer Erkenntnisse in der Vererbungs-forschung zitierte der Genetiker CURT STERN (1965, S. 772) den französischen Denker PASCAL aus dem 17. Jh., der meinte, daß das Wissen einer Kugel im Raume gleicht und je größer das Volumen der Kugel wird, desto größer wird ihr Kontakt mit dem Unbekannten. Sollte der Mond der Erde oder der Planet Mars ebenso bekannt werden wie die Erde, gäbe es ebenso noch manches Unternehmen zu starten. Und WALTHER NERNST sagte in einer Rede 1921 (S. 25): "Die Wissenschaft ist eben keine Goldgrube, die früher oder später ihrer Erschöpfung entgegengeht, sondern ein dankbarer Acker, der bei freilich oft sehr mühseliger Bearbeitung immer neue Früchte trägt."

Im übrigen haben Wissenschaftler im allgemeinen so gehandelt, als müßten sie alles in möglichst kurzer Zeit erforschen, als dürfe nichts für kommende Generationen bleiben - keine Insel und keine neue Pflanzenart noch zu entdecken blieb. In der Wirtschaft würden ja manche am liebsten alles Erdöl auf einmal verkaufen, als gäbe es kein Morgen und darf es kein geruhames Heute geben. Diese **Entschleunigung** wurde auch bedauert, etwa von ERWIN CHARGAFF (so 1990), der als alter, weise erscheinender Mann die ihm, dem Emigranten, in den USA begegnende Hektik in der Wissenschaft verabscheute und manche von jüngeren gefeierten neuen Forschungen als sinnlos betrachtete. "Für meinen Geschmack", meinte CHARGAFF (S.52) einmal, "sind die moderne Biologie und Medizin Schnüffelwissenschaften geworden: sie bringen uns Neuigkeiten, die niemand zu wissen braucht." CHARGAFF fragte auch (S. 12): "Wenn mir ein Zahn wehtut, gehe ich zum Zahnarzt. ... Wann" aber "zum Fachmann, der alles über die Steuereintreibung in Byzanz weiß?" Die Einwände vieler kannte er natürlich auch. Auch Satelliten hielt man einmal als überflüssig.

Namentlich auch in der **angewandten Forschung** kommen immer neue Probleme auf, allein durch die Umweltveränderungen durch den wirtschaftlichen Menschen, so die drohenden Klimaveränderungen, die Bodenkontamination und anderes. Nach Ansicht etwa von GERNOT BÖHME und Mitarbeitern (1978) sind in einer größeren Zahl von Wissenschaftsdisziplinen allerdings die Grundlagen so weit bekannt, daß keine umstürzenden neuen Erkenntnisse erwartet werden können, aber die Anwendungen erfordern Forschung, was als **Finalisierungs-Konzept** bezeichnet wurde. So wären in der Agrikulturchemie die Grundlagen bekannt, aber müßten immer wieder bei den verschiedensten genutzten Böden zur Anwendung kommen. Das Finalisierungskonzept wurde auch heftig zurückgewiesen, da Forscher nicht ohne Grund die Kürzung von Forschungsmitteln für die Grundlagenforschung fürchteten. Der Rinderkrankheit BSE steht man 2001 ziemlich konsterniert gegenüber, ist unsicher in den Grundlagen und auch in Maßnahmen.

Sollte es einmal nichts mehr zu erforschen geben, möglicherweise in begrenzten Bereichen, müßte jedoch die Bewahrung des Wissens, seine **Tradierung**, gesichert sein.

### **Wissensentwicklung in der Geschichte als Parallele zur geistigen Reifung von Menschenkindern**

Es wurde ein psychischer Wandel der Menschen im Laufe der Jahrtausende und Jahrhunderte angenommen und aus ihm auch der Wandel in den wissenschaftlichen Ansichten abgeleitet.

Solche Ansichten vertrat der vor allem als Kinderpsychologe bekannt gewordene JEAN PIAGET. Er (s. J. PIAGET 1976) ermittelte, daß die Kinder in den einzelnen Lebensaltern zu ganz bestimmten Fähigkeiten im Erkennen und im Verhalten gegenüber der Welt und anderen Menschen gelangen. Kinder zwischen dem 6. und 10. Monat besitzen nicht den Begriff der Permanenz eines Objektes, das aus ihrem Blick entschwindet, weil es vielleicht von einem Taschentuch bedeckt wird. Mit 5 - 6 Jahren träte eine Dezentrierung im Denken des Kindes ein und jetzt erst könne es gewisse objektive Verbindungen entdecken.

So wie Kinder eine bestimmte Folge von Schritten in ihren geistigen Fähigkeiten durchlaufen, soll dies auch in der Wissenschaft geschehen sein, wobei sich Parallelen in der Entwicklung der Wissenschaft und in der Kinderpsyche fänden. Kinder durchliefen Stufen des wissenschaftlichen Denkens in kurzer Zeit noch einmal, wie auch körperliche Merkmale des Tierreiches in ihrer Embryonalentwicklung auf bestimmten Stadien und verkürzt auftreten. Manche Ideen des ARISTOTELES werden trotz ihrer logischen und abstrakten Formulierung als Ideen betrachtet, die mit den Ideen von Kindern und "primitiven Völkern" übereinstimmen (TH. S. KUHN 1981, S. 95 ff.). So haben nach PIAGET Kinder geantwortet, daß ein Luftballon fliegt, weil er die Luft "liebt". Das sollte der Ansicht des ARISTOTELES vergleichbar sein, daß die Körper nach ihrem "natürlichen Ort" fallen.

### 11. Internes und Externes in der Wissenschaft als Selbstzweck "Der Wert der Wissenschaft" (H. POINCARÉ)

#### Extern-Beziehungen der Wissenschaft und Externe Faktoren in der Wissenschaftsentwicklung - Beziehungen der Wissenschaft zu anderen Bereichen der Gesellschaft -

#### **Von der Souveränität und dem geistigen Eigenwert der Wissenschaft - Wissenschaft als innere Berufung**

Zahlreiche Forscher haben sich mit innerer Hingabe, mit Leidenschaft und ihres Selbstwertes wegen mit Wissenschaft befaßt. Das gilt wohl für zahlreiche der **Heimatsforscher**, welche die Flora und Fauna, also etwa die Pilze oder die Käfer oder die Schmetterlinge eine begrenzten Region erfaßten. Finanzielle Unterstützung gab es vielfach keine. Das Drucken ihrer Manuskripte mußten sie oft selbst bezahlen, wenn sie überhaupt die Mittel besaßen. Akademische Ehrungen, den 'persönlichen Professorentitel' oder den 'Dr. h.c.' konnte es eines Tages vielleicht als Anerkennung einer Lebensleistung geben, aber das konnte auch ausbleiben. Und wenn die Heimatsforscher Lehrer waren, hat die vorgesetzte Schulbehörde nicht unbedingt Wohlwollen gezeigt. Aber mancher aus eigenem Antrieb zur Wissenschaft Gekommene, wurde auch viel beachtet. Auch wenn nicht jeder eines Tages ein DARWIN wurde.

Etwa der deutsche Botaniker FRIEDRICH TRAUGOTT KÜTZING (s. 1960, S. 232/233) hat trotz Studium in Halle auf die Hochschullaufbahn keinen Wert gelegt, sondern als angesehener Lehrer in Nordhausen die Welt der Algen, sogar weltweit, entscheidend mit erschlossen und beschrieben und meinte: "Ich ging nicht darauf aus, Ruhm oder Schätze zu erwerben, wohl aber meine tiefe Neigung zu den Naturwissenschaften zu befriedigen. Die Arbeit war mir daher nicht nur Bedürfnis, sondern auch der höchste Genuß. Sie allein gewährte mir die wirkliche, wahre Befriedigung." Die Ehrgeizlinge unter den Wissenschaftlern mochten das nicht einmal verstehen und KÜTZING stellte auch fest (S. 252): "Alle meine Gegner haben mich und meine Arbeiten mit ihren neidischen, eigennützigen, eitlen und ruhmsüchtigen Augen angesehen und daher falsch beurteilt. Ich habe meine Arbeiten niemals mit der Absicht unternommen, mir Ruhm zu erwerben, über irgendeinen Zeitgenossen zu triumphieren oder gar Schätze zu verdienen." Um von fremder Finanzierung unabhängig zu sein, hat KÜTZING den Kupferstich erlernt und seine zahlreichen Algen-Abbildungen selbst gestochen.

In ihrer geliebten Wissenschaft aufgehende Forscher meinten dann, daß allein das Streben nach Erkenntnis das Wirken der Wissenschaftler bestimmt. Das Ziel der Wissenschaft mochte dann ausschließlich darin liegen, die objektive Wirklichkeit möglichst angemessen zu beschreiben, sie zu erklären, unabhängig davon, ob sich jemals aus irgendwelchen Resultaten ein praktischer Nutzen ableiten läßt oder die Lebenswelt irgendwelcher Menschen davon beeinflußt wird. **Wissenschaft sollte ein kultureller Wert** an sich sein, sollte das Wesen des Menschen und der Menschlichkeit mit ausmachen, die Menschen, jedenfalls

intellektuell begabte, auch schützen vor Lethargie und Sinnleere. Die letzte Ansicht kann allerdings schon als nützlich angesehen werden. Philosophen wie Verhaltensforscher sahen Lebewesen und namentlich den Menschen immerhin als von innen her **so aktiv**, daß sie irgendwie tätig werden müssen. Der Philosoph MAX SCHELER sah "den Menschen" oder jedenfalls einen Teil der Menschen als ein von sich aus aktives Wesen, dessen Herrschaftsstreben allerdings auch zum Kriege führte und SCHELER versuchte wenigstens 1915 den Krieg widerlicher Weise sogar als Ausdruck des als großartig idealisierten Herrschaftsstrebens zu glorifizieren. Später hat ein Verhaltensforscher wie KONRAD LORENZ im Anschluß an ERICH VON HOLST auf autonome Aktivitäten ("Appetenzverhalten") etwa von Vögeln hingewiesen, und im Lichte solcher Auffassungen mußte auch das menschliche Interesse an Wissen als nicht nur reflexiv gesehen werden.

Daß man sich für **Grundfragen des Seins interessierte** zeigen die Religionen, in denen die Entstehung der Welt und andere außerhalb der Alltagsarbeiten liegende Dinge erörtert werden, und das bei manchen auch einfachen unbedarft Menschen immer wieder und wieder. Was immer man vom Herrschaftsstreben von Priesterkasten denken mag, die von ihnen vorgebrachten Gedanken blieben nicht ohne große Resonanz. Bei den Griechen der klassischen Zeit ab etwa 6. Jh v. Chr. und in der hellenistischen Periode haben einzelne Gelehrte zweifellos **zweckfreie Wissenschaft** betrieben. Das Auffinden mathematischer Sätze wurde auch um seiner selbst willen geachtet. ARISTOTELES im 4. Jh. v. Chr. erörterte zahlreiche Probleme, die keinen baldigen Nutzen versprachen.

Es gab ein oft kompliziertes **Wechselspiel von Anregungen aus der Praxis und denen kulturell-geistiger Natur**. Einerseits war das Problem eines (luft) leeren Raums, des **Vakuums**, aufgekommen, als darüber nachgedacht wurde, warum **Saugpumpen** das Wasser überhaupt emporheben und das wiederum nur bis zu einer begrenzten Höhe. OTTO VON GUERICKE (1672, S. 60) meinte jedoch von sich selbst, daß ihn zu seinen Überlegungen und Experimenten ("Versuchen") über den "leeren Raum", das Vakuum, **eine wissenschaftliche Frage**, die **nach der "Leere" im Weltall**, leitete. Wie er selbst berichtete: "bannte mich dieser ungeheure, zwischen" den Gestirnen "sich breitende, ins Grenzenlose erstreckende Raum und entfachte in mir die unauslöschliche Begierde nach seiner Erforschung." "Was mochte das", fragte er, "für ein Etwas sein, das jegliches Ding umfaßt und ihm die Stätte seines Seins und Bleibens darbeut? Ist es wohl irgendein feuriger Himmelsstoff, fest (wie die Aristoteliker



wollen) oder flüssig (wie Kopernikus und Tycho Brahe lehren)? Ist es eine zarte Quintessenz? oder am Ende doch der stets geleugnete, jeder Stoffheit bare Raum? Oder was sonst?" Aus den wissenschaftlichen Untersuchungen über das Vakuum ging jedoch auch wieder eine sehr nützliche Errungenschaft hervor, nämlich die atmosphärische Dampfmaschine, deren erste DENIS PAPIN konstruierte, der sowohl bei BOYLE wie bei HUYGENS tätig gewesen war, also bei Gelehrten, die sich mit dem Vakuum befaßten.

Der einmal führende Astronom JOHN HERSCHEL (in: 1836, S. 12) meinte: "Die Frage: "cui bono? nach welchen practischem Zweck und Vortheil streben Eure Untersuchungen? ist eine solche, die der speculative Naturforscher, welcher Erkenntniß ihrer selbst wegen liebt, und sich an der bloßen Betrachtung übereinstimmender und gegenseitig von einander abhängiger Wahrheiten so, wie ein vernünftiges Wesen es soll, erfreut, selten ohne ein Gefühl von Demüthigung hören kann". Es ist von den "intellektuellen Freuden" die Rede. Und diese unabhängig und aus rein philosophischen Fragen entstandene Wissenschaft hat Dinge erkannt und bereitgestellt, welche eine nur auf Nutzen sehende Forschung wohl niemals erreicht hätte. Für die zweckfreie Wissenschaft sprachen durchaus auch ansonsten der Technik und Praxis verbundene Forscher, so 1954 vor der British Association for the Advancement of Science Sir EDWARD APPLETON (S. 104), der als Radiophysiker genug auch für die Praxis geleistet hatte und dennoch eintrat für "knowledge and insight are sufficient reward in themselves".

Auch der **Astronomie** galten Überlegungen von HENRI POINCARÉ (s. 1921, S. 118 ff.). Auch POINCARÉ sah einen **Eigenwert der Wissenschaft**. Gewiß hätte die Astronomie auch der Seeschiffahrt genutzt. Aber POINCARÉ denkt weiter: "Die Astronomie ist nützlich, weil sie uns über uns selbst erhebt; sie ist nützlich, weil sie groß ist; weil sie schön ist; ... " Wissenschaft, hier die Astronomie, "zeigt" uns, "wie klein der Mensch durch den Körper ist und wie groß durch den Geist; denn diese strahlende Unendlichkeit, in der sein Körper nur ein dunkler Punkt ist, kann sein strahlender Verstand ganz umfassen und ihre schweigende Harmomie genießen. Wir gelangen so zu dem Bewußtsein unserer Kraft, und das können wir nie zu teuer erkaufen, denn dieses Bewußtsein macht uns stark."

Und man müsse auch sehen, "wie sehr die Astronomie die anderen Wissenschaften, die von unmittelbarem Nutzen sind, erleichtert hat; denn sie hat unsere Seele fähig gemacht, die Natur zu begreifen."

Durch die am Himmel entdeckten Gesetze (S. 120/121) "ermutigt haben wir dann unsere kleinere Welt besser beobachtet und hier ebenfalls unter der scheinbaren Unordnung die Harmonie gefunden, die uns das Studium des Himmels erkennen lassen." Somit wären (S. 118) alle die hohen finanziellen Ausgaben gerade für die Astronomie, ihre Observatorien und Instrumente, auch ohne direkten Nutzen nützlich gewesen. Als Zusatz zu dem Physiker POINCARÉ kann man allerdings auch überlegen (ZIRNSTEIN), ob andere Wissenschaften, die Geologie, die Biologie, nicht vergleichbar gehandelt, Vergleichbares geleistet haben. Daß die Wissenschaft zu Maschinen und zur Industrie führte habe nach H. POINCARÉ (1921, S. 125) ebenso den Nutzen, "indem sie uns von den materiellen Sorgen befreit, allen die Muße geben wird, die Natur zu betrachten, ..." und "indem" Maschinen "für uns arbeiten, uns eines Tages mehr Zeit lassen werden, uns wissenschaftlich zu betätigen." Auch hier denkt vielleicht der Mathematiker POINCARÉ einseitig, denn es gibt ingenieur-konstruktiv begabte und an Maschinen an sich interessierte Menschen, die sich anstatt an reiner Wissenschaft an Motoren und Getrieben regelrecht berauschen, auch unabhängig vom raschen Funktionieren ihrer Apparate. Jedem seine Interessen! Orthodox religiöse Menschen mögen sagen: Wer Höheres verehren will, dann bitte nicht reine Erkenntnis, gar über die natürliche Herkunft des Menschen, sondern Göttliches, in Musik Faßbares!

Und was sollte eine Regierung davon haben, anstatt nur auf den ihr nützlichen Einfluß der Theologen zu setzen, auch die dem religiösen Denken so gefährliche **Ur- und Frühgeschichte** zuzulassen? In Museen konnte sie Eintrittsgelder bringen. Aber dann gab es auch Lehrstühle. Gut, es gab vor allem auch eine 'vaterländische' Vorgeschichte. Aber es ließ sich eine kulturelle Entwicklung, wie sie Ur-und Frühgeschichte bot, eben auch nicht einfach ausschließen, und dem mußte sich auch der Obrigkeitsstaat fügen! Man Sorge dafür, daß es so bleibt!

In vielem nur zur Erkenntnis wirkten wohl viele **Evolutionsbiologen**. Denn warum machte sich DARWIN die große Mühe, eine neue Sicht auf die Organismen zu erstellen? Der im 20. Jh. führende Evolutionsbiologe ERNST MAYR schrieb (in 1984, S. 5): "Ich stimme Alexander Koyre (1965, S. 856) darin zu, daß es hoffnungslos sei, die "Existenz" bestimmter Wissenschaftler und Wissenschaften aus ihrer Umwelt "abzuleiten". "Athen erklärt Plato ebenso wenig, wie Syracus eine Erklärung für Archimedes oder Florenz eine solche für

Galileo liefert. Nach derartigen Erklärungen zu suchen, ist ein ganz und gar aussichtsloses Unterfangen, ..."

Wissenschaft, und das wurde früh gesehen, ist jedoch nur bei einer gewissen **Muße** ihrer Adepten möglich. Wie E. MACH 1883 (1903, S. 249) sagte: den Blick in die Ferne können Menschen erst werfen, "wenn uns unsere Mitmenschen einen Teil der Sorge ums Dasein abnehmen. Dann gewinnen wir die Freiheit der Beobachtung, und leider auch oft jene Einseitigkeit, welche uns die Hilfe der Gesellschaft mißachten lehrt."

### **Wissenschaft und "Außenwelt"**

Die Wissenschaft als Gesamtinstitution wie in ihren engeren Aussagen ist nicht umweltabhängig, was als Trivialität erscheinen mag, aber manchmal kaum hervorgehoben und bisweilen außerordentlich betont wurde. Wer nur auf die großen Entdeckungen blickt, verkennt leicht, **in welchen finsternen Zeiten manche dieser Errungenschaften zustandekamen**. In Zeiten der Hexen- und Ketzerverbrennungen, in den großen Religionskriegen, in Weltkriegen des 20. Jh., in Zeiten von Judenverfolgung und Konzentrationen- und Gulag-Lagern. Und es dennoch geschahen solche Entdeckungen wie die von GUERICKE und wie im 20. Jh. die der **Kernspaltung**. Wie schon in der Antike: Alexandria und vor allem **das Museion** waren **abgesondert vom** größten Teil der **Wirklichkeit Ägyptens**.

"Umwelt" als bedingender Faktor für gesellschaftliche Erscheinungen wurde in der französischen Aufklärung diskutiert. ANNE-ROBERT-CHARLES TURGOT überlegte (R. NISBET 1975), daß die Umwelt allerdings mehr die Art der kulturellen Fortschritte bedingt, während der Fortschritt an sich nicht diesen Anstoß benötigt. Politische Verhältnisse sah TURGOT als verantwortlich für die bedeutenden Errungenschaften in den Wissenschaften im antiken Griechenland, weil hier im Unterschied zu dem despotisch beherrschten Ägypten etliche Staaten nebeneinander und in Konkurrenz zueinander standen und damit nicht geistige Unterdrückung wie in Großstaaten möglich war. Ebenso wurde später die technische und wissenschaftliche Entwicklung ab dem späten Mittelalter darauf zurückgeführt, daß konkurrierende, ja sich bekämpfende Staaten bestanden, im Unterschied zu den Großreichen Asiens. So wetteiferten etliche europäische Staaten um die Vormacht in der Seefahrt. In China andererseits

wurde im 15. Jh. der damals fortgeschrittene Bau von Seeschiffen und deren Expedition etwa nach Ostafrika von der Staatsmacht abgebrochen, ja wurden auf Erlaß von 1525 alle hochseetauglichen Schiffe zerstört (Der Spiegel, 1997, 36, S. 182). Aber die Kosten waren gewiß höher als der Nutzen. Auf die Einwirkung der spezifischen Umwelten auf die kulturelle Entwicklung verwies im 19. Jh. in seiner Milieu-Theorie der französische Geschichtsphilosoph HIPPOLYTE TAINÉ und die Rolle sozialer Faktoren sah in seinen wissenschaftshistorischen Arbeiten auch der Schweizer Botaniker ALPHONSE DE CANDOLLE (s. S. R. MIKULINSKIJ et al. 1980, S. 153).

Externe Faktoren sollten auch jene sein, die in besonderem Maße **Zufälle** in die Entwicklung der Wissenschaft brachten, dafür sorgten, daß "alles, was eingetreten ist, auch anders hätte kommen können (episches Theater), ..." (Y. ELKANA 1986, S. 15).

Gerade im 20. Jh. gab es auch Auffassungen, wonach nicht rein objektiv bestimmtes Streben nach Erkenntnis für die Wissenschaftsentwicklung ausschlaggebend ist, sondern die politischen, die religiösen, die "weltanschaulichen" Ansichten und Einstellungen eines Wissenschaftlers ihn wie materiell-wirtschaftliche gesellschaftliche Interessen bei der wissenschaftlichen Arbeit leiten und sogar seine Aussagen mit prägen. Entwicklungen in der Wissenschaft auf externe Faktoren zurückzuführen, geschah öfters recht oberflächlich, eher kühn als kritisch-sachlich, in Allgemeinplätzen anstatt in kritischen Untersuchungen. Der Physiologiehistoriker J. K. E. ROTHSCUH (1962, S. 98) bemerkte sehr richtig, daß der Versuch, "den Ablauf geschichtlicher Ereignisse komplex aus dem Gesamtgeflecht bestimmender Faktoren (Politische Situation, Wirtschaft, Gesellschaftsordnung, Technik, Zeitgeist usw.) gewissermaßen ökologisch zu interpretieren" "die anspruchsvollste und schwierigste Art" der Geschichtsschreibung ist, und das dies auch für die Geschichte von Naturwissenschaft und Medizin zutrifft. Externe Faktoren können Wissenschaft unterschiedlich beeinflussen (P. MITTELSTAEDT 1971), und es bestehen unterschiedliche Ansichten über die möglichen Externfaktoren der Wissenschaftsentwicklung, schon wegen ihrer Komplexität. PETER MITTELSTAEDT etwa unterschied (1971) 2 Wege des Einflusses der Gesellschaft auf die naturwissenschaftliche Forschung, nämlich 1. **unmittelbar**, mit Einfluß auf die Ergebnisse und Methoden der Naturwissenschaft, 2. **mittelbar**, durch bewußte und gezielte Förderung bestimmter

Forschungsrichtungen. Im ersten Falle nähern sich die Ergebnisse der Forschung ideologischen Aussagen oder sind Ideologie. Andererseits wird gerade in den entwickelten Industriestaaten Wissenschaft in vielfältiger Weise eingesetzt, um in Industrie oder Landwirtschaft **neue Verfahren** zu erlangen oder Schwierigkeiten in verschiedenen Bereichen der Gesellschaft zu lösen, dabei aber nicht oder nur wenig oder wenigstens **nicht** ausschlaggebend auf den Inhalt der Aussagen der Wissenschaft eingewirkt. Letzteres wäre nicht angebracht, denn ohne entsprechendes Wissen vorgefertigte 'Lehren' sind Mittelverschwendung.

### **Machbarkeit in Menschenhand**

Klar muß sein, daß **nur Machbares gemacht werden** kann, etwas, das die Naturgesetze zulassen. So selbstverständlich das klingt, auch das **mußte** erst **einmal begriffen** werden. Im 19. Jh. war das lange bekannt, aber J. STUART MILL formulierte noch einmal einprägsam: "Die Kunst ist keine unabhängige Kraft, sie ist nur die Anwendung der Kräfte der Natur zu einem bestimmten Zweck" (zit b. M. WEINGART 1989, S. 319). Der elektrische Funke aus der Galvanisiermaschine ist dem Wesen nach dasselbe wie der Funke, der aus der Gewitterwolke springt. 'Künstlich' ist letzten Endes, auch wenn in der Natur so nicht vorhanden, 'natürlich'. Namentlich durch Temperatur- und Druck-Erhöhung wurden im Laboratorium Dinge möglich, welche auf der gegenwärtigen Erdoberfläche nicht erscheinen können, aber eben unter anderen Bedingungen 'naturgemäß' möglich sind, und in Frühstadien auch auf der Erdoberfläche vorhanden waren. Wenn bestimmte chemische Substanzen, die in der Natur nicht unter geeigneten Mengenverhältnissen auftreten und deshalb dort nicht als Verbindungen entstehen, kann man im Laboratorium schaffen. Das trifft auf einen Großteil der organischen Substanzen zu. Ja, auch neue chemische Elemente konnten geschaffen werden, die 'Transurane', aber eben nicht beliebige, sondern die möglichen. Und dasselbe trifft zu auf in der Natur schon der dort andersartigen Auslese wegen nicht anzutreffenden Kulturpflanzenarten und Haustierrassen (s. M. WEINGARTEN 1989).

### **Wissenschaft als Ergebnis von außen kommender Zwänge**

Eine andere, manchmal als allein gültig vertretene Ansicht war, daß Wissenschaft **nur** entstand und sich weiterentwickelte, weil praktische "Bedürfnisse" das **erzwangen**.

Wie schon FONTENELLE (s. 1989, S. 24) ausführte, wurde die **Geometrie** begründet im alten Ägypten, "wo die Überschwemmungen des Nils die Feldgrenzen verwischten und so veranlaßten, daß jeder genaue Maße erfinden wollte, um sein Feld von demjenigen seines Nachbarn zu unterscheiden." Nach jeder Flut des Nils war also das Land gleichmäßig schlammbedeckt. Die **Astronomie** sollte nach Ansicht von FONTENELLE (S. 24) im Unterschied zur Geometrie immerhin "eine Tochter Müßiggangs" gewesen sein, weil die Sterne des klaren Himmels der Steppe oder Wüste "einen solchen Eindruck machten ... auf jene alten Hirten Chaldäas", daß "deren viele Mußestunden zu den ersten Sternbeobachtungen führten, die als Grundlage der Astronomie gedient haben." Aber bei den Bodenbauern hat die Beobachtung des Himmels den praktischen Nutzen erbracht, an dem Erscheinen oder der Stellung bestimmter Sterne die Jahreszeiten mit ihren Fluten oder Trockenperioden zu erkennen. Interesse an **Lebewesen** kam verbunden mit Jagd, Landwirtschaft und Heilkunst. Im Zweistromland kannte man die Notwendigkeit, die Blüten fruchttragenden zweihäusigen Dattelpflanzen zu bestäuben und hat daher männliche Blütenstände in die "weiblichen" Bäume gehängt und künstlich befruchtet. Für die Befruchtung bei anderen Pflanzen interessierte man sich aber nicht.

**Wenn alle Wissenschaft nur wegen praktischer Bedürfnisse entstanden wäre, müßte man alle Menschen als geistig recht einfach strukturiert ansehen.** Alle waren nicht viel mehr als Handwerker oder Bodenbebauer, die nur für ihre Tätigkeit etwas begrenztes Wissen brauchten. Der "Mensch" wäre demnach im Grunde ein faules und träges Wesen, das in seinem Leben nicht mehr unternimmt, als ihm seine leiblichen Bedürfnisse und Nöte abverlangen.

Der rein auf Nutzen ausgerichteten Wissenschaft widersprachen sicherlich viele Bestrebungen griechischer Denker. Der Anlaß für Wissenschaft war andererseits sicherlich verschieden. In der Zeit des Römischen Imperiums schrieb man wieder eher vor allem für praktische Kenntnisse, Werke wie die "Historia naturalis" von PLINIUS dem Älteren die medizinischen Schriften GALENS, die pharmazeutische "Materia medica" des DIOSKURIDES, die geographischen, mit den römischen Territorien bekannt machenden Schriften des STRABO(N), POSIDONIOS, PTOLEMÄUS. Im 18. Jh. sah etwa TURGOT (R. NISBET

1975), daß die Wissenschaft wenigstens nicht allein aus Ideen, sondern ebenso auf dem Boden von praktischen "Künsten" sich entwickelte.

Techniker und Vertreter angewandter Wissenschaften sahen auch später in der Suche nach Lösung praktischer Probleme eine oder gar die einzige Quelle der Wissenschaften, zumindestens für neue. Der maßgebende Begründer einer Milchwirtschaftslehre innerhalb der Landwirtschaftswissenschaften WILHELM FLEISCHMANN meinte (zitiert aus G. WIEGNER 1921, S. 268): "Es ist der notwendige Gang jeder Wissenschaftsentwicklung, daß zuerst praktische Bedürfnisse den Anstoß zu ihr geben und ihre erste Entwicklung bestimmen, daß aber dann ein Freiwerden vom Prinzip der Nutzenanwendung, das die treibende Kraft einer technologischen Entwicklung darstellt, eintritt und daß die Erforschung des logischen Zusammenhanges der Naturerscheinungen mit dem bereits vorher Erkannten zur Naturerklärung hinaufführt." Nach der Meinung des Chemotechnikers CARL BOSCH (1933) standen am Anfang der Zivilisation die Erfahrungen des täglichen Lebens, also was später, im 20. Jh., unter dem Begriff der "Technik" eingeordnet wurde. "Wissenschaft", meinte C. BOSCH (S. 49), "entstand später aus diesen praktischen Erfahrungen, als sich die Notwendigkeit ergab, in die Summe der einzelnen Erfahrungen des täglichen Lebens Ordnung zu bringen, wobei gewissermaßen als Nebenprodukt die Erkenntnis gewonnen wurde, dass die durch eine solche Ordnung der Erfahrungen notgedrungene Annahme von Zusammenhängen auch bestimmte Voraussagen erlaubt, also gewissermaßen Arbeitshypothesen auszutesten ermöglicht". Damit hätten also auch nach der Ansicht von CARL BOSCH Tatsachen, und zwar Tatsachen aus dem Alltag und nicht so sehr aus dem Kopf entsprungene Hypothesen am Anfang wissenschaftlicher Aussagen gestanden. Unabhängig davon sollten sich jedoch Religion und Philosophie herausgebildet haben, offensichtlich weniger durch die Alltagserfahrungen bedingt. Ja CARL BOSCH meinte: "Lange haben die so entstandenen Naturwissenschaften um ihre Anerkennung ringen müssen, denn sie wurden durch Philosophie und Religion aufs heftigste bedrückt. Dann aber machten sie eine andere Wandlung durch: sie fühlten sich nicht mehr erdgebunden, im Gegenteil, die Annäherung an die ihnen an sich ganz unverwandte Philosophie führte dazu, nach festen unabänderlichen Natugesetzen zu suchen, die ähnlich wie die Euklidischen Axiome für die Geometrie die Grundpfeiler für das Gebäude der Wissenschaft darstellen sollten". So war das wissenschaftshistorische Weltbild eines für die Praxis tätigen Wissenschaftlers in der ersten Hälfte des 20. Jh., der zweifellos Wissenschaftsgeschichte nicht zu seinem Spezialgebiet erkoren hatte, jedoch bei

der Feier des ihm 1931 zuerkannten Nobelpreises sich dazu äußerte. Sicherlich ist auch die Ansicht von FRIEDRICH BERGIUS (1933, S. 53) richtig, daß bei technischen Arbeiten der Erfolg noch mehr von äußeren Umständen abhängt als es für die Wissenschaft der Fall ist, wobei hinzugefügt werden sollte, daß eine größere Unabhängigkeit von Außenfaktoren für jene Bereiche der Wissenschaft gilt, die keinen bedeutenden apparativen Aufwand benötigen.

Die Wissenschaft in erster Linie als praxisbestimmt sahen etwa viele Linke, oft inkonsequent gegenüber der Auffassung von "erkenntnisleitenden Interessen". Gern wurde sich auf F. ENGELS berufen, der meinte, daß praktische Bedürfnisse mehr als alle Universitäten die Wissenschaften vorangebracht haben. Ausgeführt hat das der sowjetische Autor HESSEN (GESSEN), der zusammen mit BUCHARIN an dem wissenschaftshistorischen Kongreß in London teilnahm und dessen Ausführungen dort erhebliches Aufsehen hervorriefen und als ein Weg galten, die Wissenschaftsentwicklung nicht mehr nur deskriptiv darzustellen, sondern auf erforschbare Faktoren zurückzuführen, der Wissenschaftsgeschichte so ein theoretisches Fundament zu geben. Die Spuren des Deutschrussen HESSEN verlieren sich übrigens ebenso wie die vieler anderer Zeitgenossen in der Sowjetunion der späten 30er -Jahre in den STALINSchen Säuberungen.

### **Wissenschaft für die Praxis**

Daß Wissenschaft wenigstens auch für die Praxis betrieben werden soll, ist selten bezweifelt worden, aber die Wissenschaft so wurde von Gelehrten immer wieder gemeint muß die Wege bahnen, vorgehen, im Sinne von BERTEHLOTS und RENANs Ansicht "C'est la science qui fait le progrès social, et non le progrès qui fait la science" (zitiert bei R. VIRTANEN 1965, S. 19). Die Royal Society, die englische Wissenschaftsakademie, hielt 1666 in ihren Satzungen fest, daß sie der Praxis dienen wolle. Führende Forscher des von ökonomischen Problemen betroffenen 18. Jh. fühlten sich zur Lösung praktischer Probleme verpflichtet, der Botaniker LINNÉ ebenso wie Chemiker. LINNÉ unternahm etliche "ökonomische Reisen" durch Provinzen Schwedens, um Erfahrungen der Bewohner mit Pflanzen als Viehfutter, zum Färben und Gerben, um technische Prozesse weiterhin bekannt zu machen, und so die Einnahmen der Einwohner wie auch des Staates zu heben. Gerade über Praxis berichten die großen zusammenfassenden Enzyklopädien des 18. Jh., das



"Lexicon technicum" von JOHN HARRIS in England 1704 in erster und 1736 in 5. Auflage, EPHRAIM CHAMBERS "Cyclopaedia" von 1728, die 1757 - 1789 von der französischen Akademie der Wissenschaften in Paris herausgegebenen 121 Teile der ab 1762 auch ins Deutsche übersetzten "Descriptions des arts et metiers" mit über 1000 Kupfertafeln, die unter Führung von DIDEROT und D'ALEMBERT ab 1751 / 1752 herausgegebene "Encyclopédie". Vor allem ab dem 18. Jahrhundert und dann in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhundert hing gerade in den deutschen Staaten die Errichtung **neuer Lehrstühle und neuer Institute** namentlich für naturwissenschaftliche Fächer mit Entwicklungen in der Gesellschaft, mit **Forderungen in der Industrie, der Land - und Forstwirtschaft** wie auch der Human - und Tiermedizin zusammen. So war JOHANNES BECKMANN (F. KLEMM 1970) von 1770 bis zu seinem Tode 1811 ordentlicher Professor der ökonomischen Wissenschaften an der Universität Göttingen, nachdem er 1769 sein Werk "Grundsätze der teutschen Landwirthschaft" veröffentlicht hatte, damit die eher rezeptartige Hausväterliteratur durch eine neue Landwirtschaftsdarstellung ablöste, wobei Naturgeschichte, Mineralogie, Chemie, Physik und Mathematik als notwendige Hilfswissenschaften der Landwirtschaftslehre genannt wurden. Eine wichtige Stätte der Naturwissenschaften wie der montanistischen Praxis wurde in die 1765 gegründete Bergakademie in Freiberg in Sachsen.

Es waren vielfach die Forscher, die Wissenschaftler selbst, die der Wirtschaft oder der Hygiene ihre Ergebnisse darlegten und auf die von der Wissenschaft gegebenen Möglichkeiten einer Verbesserung des Lebens hinwiesen. Ohne Naturwissenschaft hätte es niemals Stearinkerzen und elektrische Beleuchtung, niemals Bakterienbekämpfung und billige Farbstoffe aus der Industrie gegeben. Es ist nicht einmal zu sehr übertrieben, wenn der organische Chemiker RUDOLPH FITTIG beim Antritt seines Rektorats an der Universität Straßburg 1895 darlegte, daß 50 Jahre vorher in Gießen durch die Gründung eines kleinen chemischen Laboratoriums in den Räumen einer Militärwache durch JUSTUS LIEBIG der Grund zu der gewaltigen **chemischen Industrie in Deutschland** gelegt wurde, die gemäß FITTIGs Ermittlung 1891 für 606 Millionen Mark Produkte erzeugte.

Zwischen der chemischen Forschung und der chemischen Industrie hatten sich dabei **Wechselbeziehungen** herausgebildet. Die Wissenschaft lieferte Verfahren und die Industrie lieferte auch an die Laboratorien bisher nur in geringen Mengen verfügbare Substanzen und Finanzen. Erst mit der Erzeugung von

ausreichend Steinkohlenteer standen etwa das von Chemiker identifizierte Benzol und dessen Abkömmlinge, so Anilin, in ausreichender Menge auch im Laboratorium für Forschungen zur Verfügung. Aus diesen Forschungen kamen neue Anregungen für die Industrie und für wissenschaftliche Fragestellungen. Für andere Industrien gilt ähnliches.

Die Entwicklung in der **Landwirtschaft** mit dem Wegfall der Brache, der ganzjährigen Stallhaltung des Viehs ("Sommerstallhaltung"), der Einführung neuer, ertragreicherer Sorten von Kulturpflanzen und die bessere Bodenbearbeitung hatten zunächst zu einer Anhebung der Erträge geführt. Aber mit der verstärkten Bodennutzung wurden die Nährstoffe im Boden erschöpft und zu sinkenden Erträgen kamen Pflanzenkrankheiten, allen voran die Kartoffelfäule. In Oberschlesien gab es 1848 "Hungertyphus", und der junge Mediziner RUDOLF VIRCHOW wurde zur Information der Regierung nach Oberschlesien geschickt. Der Revolution von 1848 und dem Aufstand in Baden 1849 (PETER BORSCHEID 1976) gingen Mangelernährung und Teuerung voraus. Die Ernährungskrise in der Mitte des 19. Jh. hatte nach TH. LENOIRS (1992) Untersuchung mehr zur Revolution von 1848 und 1849 beigetragen als die nur eine Minderheit interessierende Pressefreiheit. Trotz der militärischen Siege der herrschenden Kräfte 1848 / 1849 mußte die Ernährungsfrage gelöst werden und wurde unter dem Einfluß von JUSTUS LIEBIG die Mineraldüngung gefördert (E. WELTE 1968), was wiederum den Ausbau der **Düngemittelproduktion** voraussetzte und das die chemische und agrochemische Forschung. In Möckern bei Leipzig wurde 1851 eine erste landwirtschaftliche Versuchsstation gegründet, in Preußen zuerst 1862 an der Universität in Halle a. S. ein Lehrstuhl für Landwirtschaftslehre. Dazu trat die Herstellung künstlicher Farbstoffe sowie von Konservierungstoffen. Das brachte Arbeitsplätze für Chemiker, die Zahl der Chemiestudenten wuchs und an den Universitäten wurden Institute eingerichtet. Kamen zunächst nach 1850 wichtige Anregungen aus den chemischen Laboratorien der Universitäten und Hochschulen, so richteten dann die chemischen Fabriken eigene Forschungslaboratorien ein (P. BORSCHEID 1976). Neue Forschungsbereiche, so die Chemie der Kohlenhydrate, der Eiweiße, der Alkaloide und Steroide wurden weiterhin namentlich in den Universitäts- und Hochschullaboratorien betrieben. Die Physik führte auch nach der Mitte des 19. Jh. länger als die Chemie ein Schattendasein, bis namentlich die Entwicklung der **Elektrotechnik** und der Elektroindustrie, mit Erfindung der Dynamomaschine 1866/1867 und

die elektrische Beleuchtung nach 1881 den Wandel brachte. ERASMUS KITTNER hat als erster an einer technischen Hochschule, der in Darmstadt, eine selbständige elektrotechnische Abteilung und das erste elektrotechnische Institut ohne Vorbild eingerichtet. Weiteren Auftrieb erhielt die Physik etwa durch Kältetechnik und Pumpen. Die Bevölkerungsballung verlangte Schutz vor **Seuchen**, die wie die Pocken, Tuberkulose und die Cholera immer wieder einmal bedenklich aufflammten. mußte auch etwas gegen Krankheiten getan werden. Zur Integrierung der Industriearbeiter in die deutsche Gesellschaft (TH. LENOIR 1992) wurde 1883 die Arbeiterkrankenversicherung eingeführt. Der Markt für Arzneimittel und andere der Gesunderhaltung dienende Leistungen wuchs. In Deutschland stiegen im Jahrzehnt von 1860 bis 1870 die Ausgaben für Arzneimittel um 22 Prozent, zwischen 1871 und 1883 wuchs der Verbrauch von Arzneimitteln um 69 Prozent, zwischen 1883 und 1892 um 51 Prozent und von 1892 bis 1901 um 63 Prozent (TH. LENOIR 1992). Die auch Arzneimittel herstellenden Farbenwerke Hoechst gingen mit den Direktoren von Universitätslaboratorien Beraterverträge ein. AUGUST LAUBENHEIMER, Ordinarius für organische Chemie an der Universität Gießen, übernahm vor allem die Aufgabe, vielversprechende Talente in Universitätslaboratorien aufzufinden, damit sie wie etwa PAUL EHRLICH gefördert werden konnten. Der eher zarte und den Gelehrtenintrigen wenigstens zunächst wenig gewachsene EHRLICH wurde von ALTHOFF besonders beachtet und gefördert, 1892 von BEHRING unter Vertrag genommen und entwickelte die BEHRING nicht mögliche Standardisierung der Seren. Im 20. Jh. sind beispielsweise die Kernenergienutzung und die Gentechnik in kurzer Frist aus zunächst rein wissenschaftlichen Entdeckungen hervorgegangen (H. MOHR in G. CLAR et al. 1997).

### **Der Vorteil praxisunabhängiger Wissenschaftsentwicklung für die Praxis**

Mit der Entstehung der neuzeitlichen Naturwissenschaft wurde die etwa vom Chemiker und Chemotechniker FRIEDRICH BERGIUS von dem Portal über der Eingangshalle des chemischen Laboratoriums der Universität Breslau hervorgehobene Auffassung gültig: "Suche die Wahrheit und frage nicht, was sie nützt." BERGIUS, der diesen Ausspruch hervorhob, wandte sich selbst durchaus bald praktischen chemischen Aufgaben zu, aber ihm war der Vorteil zunächst der reinen Wahrheitssuche auch für die Praxis wohl bewußt. Wäre immer nur erforscht worden, was baldigen Nutzen und klingende Münze versprach, wäre

die Wissenschaft kaum oder jedenfalls nicht so rasch auf den Stand gekommen, der sie im Zeitalter der Industrialisierung auszeichnete und Praxis oder Technik hätten dabei nicht gewonnen. Gewiß war reine Wissenschaft einst ziemlich billig und deshalb rasche Amortisierung nicht so dringend. Zahlreiche Gelehrte haben sich immer wieder für die zweckfreie und allein erkenntnisgeleitete Forschung ausgesprochen, sicherlich im Interesse ihrer Arbeit, aber nicht ohne Sinn für den oft eben nicht voraussehbaren Nutzen zunächst zweckfreier Forschung. Entdeckungen zweckfreier Forschung bildeten häufig die Grundlage völlig **neuer Technologien** (W. BÜCHEL 1975, S. 127). Schon LEONARDO DA VINCI meinte: "Immer muß die Praxis auf die gute Theorie gebaut sein" oder "Die Wissenschaft ist der Hauptmann, die Praxis die Soldaten" (zitiert aus: H. GROSSMANN 1935, S. 198 / 199). Der Naturforscher K. E. von BAER sagte 1835 (1864, S. 111): "Welch' ein Glück also überhaupt, daß man nicht vom Anfange an Wächter über die Ausbildung der Wissenschaft gesetzt hat, um die unnützen Beschäftigungen zu unterdrücken". K. E. von BAER fand es 1835 (1864) eher merkwürdig, daß diese Vorläuferfunktion der Wissenschaft immer wieder erneut betont werden müßte. Und im 20. Jh. betonte der Biochemiker ADOLF BUTENANDT für die Forscher der Max-Planck-Gesellschaft (s. 1981, S. 72): "Dem letzten Ziel aller wissenschaftlichen Forschung, das Wesen des Menschen und der auf ihn bezogenen Natur zu ergründen, wird man nur näherkommen, wenn man allen Bemühungen, unsere Einsicht zu erweitern, den notwendigen Entfaltungsraum gibt und unseren Gelehrten jede Möglichkeit öffnet, ihre Neugier dort zu befriedigen, wo eben sie sich regt". Und er meinte (1981, S. 101): "Es ist sicher, daß der in all diesen Einrichtungen zutage tretende Geist der Selbstverantwortung, Freiheitlichkeit und Großzügigkeit bis heute eine wesentliche Voraussetzung dafür bildet, daß in den Instituten der Max-Planck-Gesellschaft bedeutsame wissenschaftliche Leistungen erbracht worden sind". Der wissenschaftlichen Forschung einen Sinn, einen Nutzen zu geben, erfordert auch eine "technische Entwicklungsbereitschaft" (W. GERLACH 1936, S. 737) in der Praxis.

Nur die freie Wissenschaft, in der erforscht wurde, was erforschbar war und interessierte, hat jenes riesige Reservoir, jenes Arsenal an Kenntnissen geschaffen, jenen **Wissenspool, auf den die Praxis zurückgreifen kann**, wenn sie eine Lösung, vielleicht gar eine schnelle, wünscht, ja in Katastrophenfällen vielleicht sogar benötigt. ERNST MACH (1903 b, S. 367) wurde einmal gefragt, "wie viel Physik auf einer Müllerschule gelehrt werden müsse, wenn

man sich auf das für den Müller Unentbehrliche beschränken wolle", und er antwortete: "Der Müller wird stets so viel Physik brauchen, als er wissen wird. Ein Wissen, das man nicht besitzt, kann man natürlich nicht verwenden". Sicherlich war das eine eher witzige Diskussion, und nicht alle Wissenschaft ist dem Müller nützlich. Ohne ständige Wissensnachlieferung wird für die Technik ein Mangel an Aufgaben eintreten (W. GERLACH 1936). Nur Spielerei waren die verschiedenen Apparate, in denen sich von Bild zu Bild etwa verändernde Figuren dem Auge ruckartig vorgeführt wurden und so ein beschränktes "lebendes" Bild, etwa ein berittenes Pferd, in wenigen Schritten vorgeführt wurde. Die Apparate zeugten von der Trägheit des Auges resp. des Gehirns beim Unterscheiden der Bilder, aber waren als "Lebensrad", Stroboskop oder dergleichen Apparate von untergeordneter Bedeutung. Aber in Verbindung mit der Fotografie, dem Erzeugen vieler Bilder von Bewegungsabläufen, wurden die Apparate Grundlage der Kinematographie (K. J. LAIDLER 1998). CHAIM WEIZMANNs praktisch nutzlos erscheinende Erforschung des Stoffwechsels des *Clostridium acetobutylicum* lieferte im Ersten Weltkrieg das für die Sprengstoff-Herstellung nötige Aceton (K. J. LAIDLER 1998).

Praktiker wußten oft nicht und konnten auf Grund ihres Wissens nicht wissen, was sie aus manchen gebotenen wissenschaftlichen Erkenntnissen hätten ableiten können. Als die Vererbungsgesetze bekannt wurden, haben die praktischen Pflanzenzüchter nicht sofort die Bedeutung der Genetik für die raschere Erzeugung neuer Pflanzensorten erkannt, von der zuständigen Bürokratie ganz zu schweigen. Der Genetiker und Züchtungsforscher ERWIN BAUR mußte noch 1933 (S. 25) sagen: "Man kann immer wieder feststellen, daß nicht bloß die Landwirte, sondern, was viel wichtiger ist, auch alle Verwaltungsleute, die uns regieren, keine Ahnung davon haben, was für Möglichkeiten wir in der Hand haben." Der wenigstens etliche Zeit unbehelligt seine genetischen Forschungen durchführende BAUR hatte diese Möglichkeiten festgestellt, wobei er nicht nur allgemein die Möglichkeiten in Züchtungsmethoden aufzeigte, sondern sich selbst darüber informiert hatte, von welchen Nahrungs- und Industrie-Pflanzen vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus bevorzugt neue Sorten gezüchtet werden sollten.

Auf wissenschaftlichen Entdeckungen aufbauende Technologie, Vorlauffunktion der Forschung, gab es schon im 18., zunehmend im 19. Jh. Erst wurde aus Erkenntnis- und Neugierstreben die Erforschung der Elektrizität begonnen und

dann etwa der **Blitzableiter** konstruiert. Zuerst hat der Berliner Apotheker und Chemiker MARGGRAF **Zucker** in der Rübe nachgewiesen und darauf aufbauend entstand um 1800 die erste Verwertung von Rüben für die Zucker-Erzeugung, die dann in der Mitte des 19. Jh. zu einem eigenen Industrie- und Agrarzweig wurde. Industrielle **chemische Verfahren** wurden vor allem nach 1860 mit der Kenntnis der chemischen Konstitution der Substanzen auf dem Reißbrett entwickelt, in Laboratoriumsapparaten in Pilotverfahren ausprobiert und dann in die Industrie übertragen. Große Möglichkeiten für weitere Produkte wurden von der 1866 von AUGUST KEKULÉ gewonnenen Formeln für das **Benzol** ( $C_6H_6$ ), Grundkörper der aromatischen organischen Verbindungen, abgeleitet. Wie der Industriechemiker A. VON WEINBERG 1930 (S. 167) betonte, dienten diese Formeln "dem theoretischen und technischen Erfinder als Grundlage neuer Ideen", waren Handwerkszeug, um Moleküle zu "konstruieren", "um bewußt synthetisch vorgehen zu können". Zu Recht beteiligte sich die chemische Industrie am 11. Februar 1890 im großen Saal des Berliner Rathauses an der großen Feier der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Ehren KEKULÉs aus Anlaß des 25-jährigen Jubiläums der Benzol-Formel, dem "Benzol-Fest". KEKULÉ (1890) selbst meinte, daß er bei seiner Suche nach der Formel für das Benzol und anderer aromatischer Verbindungen nicht Anwendung im Sinne hatte, sondern meinte: "ich habe niemals für die Technik gearbeitet, immer nur für die Wissenschaft". Aber die chemische Technologie war ein großer Gewinner aus seiner Wissenschaft. Die Erschließung chemischer Verbindungen mit dem Computer läßt die Mühen des späten 19. Jh. natürlich eher wie ein vorläufiges Gestammel erscheinen.

Mit solchen Erfolgen wurde die Grundlagenforschung als auch praxiswichtig anerkannt und auch unterstützt. So galt die Erforschung der **Radioaktivität** als wichtig auch im Hinblick auf spätere Anwendung. Der Entdecker der Radioaktivität H. BECQUEREL hatte wohl nicht viel zu überzeugen, wenn er meinte (aus: W. C. 1910, S. XXiii): "Remember, at the dawn of electricity this was looked on as a mere toy, suitable only to amuse children by attracting bits of paper with a stick of rubbed sealing - wax".

Eines Tages, wurde deutlich, mußte vieles irgendwie wichtig zu werden und war jeder Vorlauf zu begrüßen. Der Biochemiker ADOLF WINDAUS hatte zunächst Medizin studiert, wurde vor allem durch EMIL FISCHER für die Chemie begeistert, promovierte 1899 bei KILIANI in Freiburg i. Br. und wandte sich dort der noch wenig erforschten Körpersubstanz **Cholesterin** zu. WINDAUS' Schüler BUTENANDT sagte in seiner Gedenkansprache für WINDAUS 1959

(1981), daß im Jahre 1901 Cholesterin einen jungen Forscher nur anziehen konnte, "dem es nicht auf schnelle und aufsehenerregende Erfolge ankam, der aber davon überzeugt war, daß ein primärer Bestandteil tierischer Zellen, der sich in ähnlicher Form auch in Pflanzen findet, große Bedeutung besitzen und gewiß in Beziehung zu anderen Stoffen des Zellgeschehens stehen müsse." WINDAUS selbst stellte 1935 rückschauend über die spätere Erkenntnis von der Schlüsselrolle der Sterine im Stoffwechselgeschehen fest (S. 82): "Als ich vor mehr als 30 Jahren begann über das Cholesterin zu arbeiten, habe ich mir davon nicht träumen lassen. Ich habe mir das Studium der Sterine gewählt, weil man über diese Stoffe gar nichts wußte und weil ich glaubte, daß man hier auf unerwartete Ergebnisse stoßen würde. Ich habe mich nie um praktische Erfolge, sondern um wissenschaftliche Erkenntnis bemüht". Das Cholesterin und die Sterine erwiesen sich als der Schlüssel zur Aufklärung nicht nur des Vitamin D, für dessen Erforschung WINDAUS im Jahre 1928 den Nobelpreis für Chemie erhielt, sondern auch die in den Jahren danach durch BUTENANDT und andere aufgeklärten Sexualhormone, die Sterine sind. WINDAUS resumierte (1935, S. 82): "Wir stehen staunend vor der Mannigfaltigkeit der Aufgaben, die die Natur mit diesen Stoffen zu lösen vermag". Und für die Freiheit der Wissenschaft mahnte WINDAUS (S. 83): "Die theoretische Forschung ist der Nutzenanwendung vorangegangen; der umgekehrte Weg wäre nicht möglich gewesen. Wie hätte jemand ohne unsere Arbeiten auf den Gedanken kommen können, daß der gegebene Rohstoff für das Corpus luteum-Hormon im Sterin des Soja-Oels steckte, wenn man dieses Sterin nicht vorher in seiner Konstitution geklärt hätte! Und glauben Sie, daß wir im Ergosterin die Vorstufe des Vitamins (D) vermutet hätten, wenn uns die Eigenschaften des Ergosterins nicht bekannt gewesen wären!

Ich glaube, der Forscher soll nach Erkenntnis streben, er soll versuchen in unbekannte Gebiete vorzustoßen und sie in chemisches Kulturland zu verwandeln. Was dabei praktisch herauskommt, kann er nie vorher wissen. Aber wenn er wirklich Neues und Unerwartetes findet, dann kann er sicher sein, daß der praktische Erfolg und der technische Nutzen ganz von selbst kommen".

Gewußt hat man vom Nutzen reiner Forschung für die Praxis in der deutschen **Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft**, und hat nicht festgelegt, was in den einzelnen Instituten zu untersuchen war. Der Direktor hatte freie Hand, sofern er wenigstens auf seinem Fachgebiet blieb. In dieser wissenschaftlichen Atmosphäre kamen Erkenntnisse zustande, welche die Welt veränderten, etwa

die der Kernspaltung des Uran. Der Chemiker ZIEGLER fand die Niederdrucksynthese für Polyäthylen, was die "Kunststoff"-(Plaste-) Herstellung revolutionierte. BUTENANDT (1956, 1964, 1981, S. 191) mahnte im Hinblick auf Röntgenstrahlung oder Kernspaltung: "Ein Verkümmern der reinen Forschung würde sich verhängnisvoll auswirken, weil ohne sie der Zutritt zu ganz neuen, zunächst nicht erahnten geistigen Bereichen verschlossen bleiben würde." Auch Wichtiges und Unwichtiges ließe sich nach BUTENANDTs (1963 / 1981, S. 209) Überzeugung nicht durch einen vorherbestimmenden Plan unterscheiden. Solange die Öffentlichkeit weiß, daß durch die freie und auch reine wissenschaftliche Forschung nicht vorhersehbare und voraussagbare Ergebnisse gewonnen werden, die auch nützlich werden können, solange darf der kreative Forscher hoffen, daß ihn die Gesellschaft unterstützt (H. MOHR 1982) und das unter Gewährung der Freiheit seiner Forschung, selbst, wenn diese nicht mehr recht verstanden werden.

Bisweilen fehlte es an Managern und risikobereiten Betriebsdirektoren zur Anwendung gewisser Ergebniss der Grundlagenforschung. Grundlagenforscher "in die Produktion" zu entsenden, war oft nicht die zutreffende Lösung, weil der reine Forscher vom Typ her nicht unbedingt auch ein Mann der angewandten Wissenschaft ist und er seine weitere Grundlagenforschung auch nicht gern unterbrach.

### **Spezifische Forschungsaufträge von Seiten staatlicher Institutionen oder der Wirtschaft an Wissenschaftler**

Daß die zweckfreie Grundlagenforschung teilweise ungeahnte Anwendungen erbrachte, hat nicht ausgeschlossen, daß manchem Forscher von wirtschaftlichen oder medizinischen Gremien oder Regierungsstellen die Erforschung bestimmter Dinge nahegelegt oder sogar aufgetragen wurde. Solche Auftragsforschung war und ist für die Wissenschaft oft ebenso von Nutzen gewesen. Praxisaufträge waren eine Möglichkeit, die Aufmerksamkeit von Forschern auf bestimmte Gebiete zu lenken und hat damit die Palette der Forschungsgegenstände erweitert. TH. LENOIR (1992, S. 107) meinte für die Zeit des deutschen Kaiserreichs nachgewiesen zu haben, daß in "bestimmten kritischen Situationen" "die Anbindung der wissenschaftlichen Untersuchung an praktische Zielsetzungen sogar gerade entscheidend für den Erkenntnisfortschritt" war. Falsch wäre nur gewesen, etwa alle Forschung als



Auftragsforschung zu gestalten. **Auftraggeber** für bestimmte Untersuchungen waren selbstverständlich **an exakten, objektiven Ergebnissen interessiert** und ideologische Interessen beeinflussten hier die Ergebnisse nicht, wenn nicht bewußt Fälschung oder Verfälschung betrieben wurde wie mit der LYSSEKOschen Biologie in der Sowjetunion.

Ein berechtigterweise immer wieder zitiertes Beispiel eines aus der Industrie kommenden Forschungsauftrages in der erster Hälfte des 19. Jh. war die 1836 von der Oberbergdirektion der kurhessischen Regierung zur Untersuchung der **Vorgänge in Eisen - und Kupferhochöfen** erfolgte Einladund an den Physiker und Chemiker ROBERT BUNSEN (G. LOCKEMANN 1949 u. a.), damals Lehrer an der Höheren Gewerbeschule in Kassel. Von der Kenntnis der Vorgänge in Hochöfen wurde die Einsparung von Koks und somit die Verbilligung von Roheisen oder Kupfer erwartet. BUNSEN wußte etwa, welche Umsetzungen stattfinden und ging davon aus, daß zur genaueren Feststellung die Zusammensetzung des Gases in den verschiedenen Teilen des Hochofens gemessen werden muß. Dafür waren eigene Gasmeßgeräte zu konstruieren, was durchaus zur genaueren Kenntnis der Umsetzungen im Hochofen führte. BUNSEN hat 1845 solche Untersuchungen an englischen Hochöfen fortgesetzt. Die von BUNSEN entwickelte **Gasanalyse** ließ sich auch anderswo, auch bei wissenschaftlichen Untersuchungen, einsetzen. Das ursprünglich engere Ziel, die Hochofenvorgänge festzustellen, hatte also viel weitere Auswirkungen, und junge Chemiker auch aus dem Ausland gingen eine Zeit lang zu BUNSEN, nach Marburg und dann nach Heidelberg, die Gasanalyse zu erlernen. Die Praxis ging voran, rein wissenschaftliche Untersuchungen profitierten.

Bei solcher Auftragsforschung wurden zu Recht im allgemeinen weder die Forschungsmethoden geschweige denn die zu erzielenden Ergebnisse vorgegeben. Das letzte wäre ohnehin Widersinn gewesen, da etwas bereits Bekanntes nicht hätte erforscht werden müssen und bei etwas noch Unbekanntem eine willkürliche Beeinflussung der Ergebnisse höchstens zufällig verwertbare Ergebnisse gebracht hätte. Trotzdem hat man etwa in der Sowjetunion auch Forschungsmethoden und theoretische Ergebnisse vorgeschrieben worden, namentlich in der LYSSENKOschen Biologie, in der von der Anerkennung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" auszugehen war und auch anderswo wurden bestimmte Planziele erwartet. Wurden solche Ergebnisse nicht erreicht, konnte das als Sabotage gewertet und bestraft werden.

Dem schönen Mädchen in dem Märchen von "Rumpelstielzchen" blieb es wenigstens noch freigestellt, auf welchem Wege sie Stroh zu Gold verspinnt, Hauptsache das Ergebnis wurde erzielt. Freigehalten wurde von ideologischer Einmischung in der Sowjetunion der Bau der Atombombe - was man im Westen bedauerte.

Im allgemeinen waren **Forschungsgegenstände festlegende Gremien** wohl stets auch mit bedeutenden Wissenschaftlern besetzt waren und nicht ohne deren Rat arbeiteten. Gerade praxisverbundene Forschung wurde durch Preisausschreiben von Akademien stimuliert. Verantwortungsbewußte Forscher entzogen sich nicht, wenn etwa 1856 eine **Seidenraupenkrankheit** die Seiden-Industrie in Frankreich zu ruinieren drohte und damit Massenelend bevorstand. In der von der französischen Akademie der Wissenschaften 1857 zur Begutachtung von Vorschlägen zur Seidenraupenzucht eingesetzten Kommission arbeiten so führende Forscher der Chemiker J. B. A. DUMAS, der Zoologe MILNE EDWARDS, der Anthropologe DE QUATREFAGES mit (A. W. HOFMANN 1884). Als der Weinbau Frankreichs von der Reblaus (*Phylloxera vastatrix*) bedroht wurde, trat auch mit DUMAS, MILNE EDWARDS die **Phylloxera-Commission** zusammen. Ebenso gab es Gremien zur Untersuchung anderer Schädlinge.

Und für die **Pflanzenzüchtung** haben um und nach 1900 Vererbungsforscher wie TSCHERMAK in Österreich, THEODOR ROEMER und ERWIN BAUR in Deutschland, VAVILOV (WAWILOW) in der Sowjetunion von sich aus Initiative ergriffen und den Weg in die Gremien gesucht.

Zahlreiche Gremien gab es namentlich in **Kriegszeiten**. Zur Zeit der Revolutionskriege wurden Chemiker in Frankreich damit beauftragt, Verfahren zu finden, mehr Salpeter für die Schießpulver-Herstellung zu erzeugen. Die Zeit der wissenschaftlichen Gremien in Kriegszeiten kam dann in den großen Kriegen der wissenschaftlich führenden Länder im 20. Jh. das leitet über zur Anwendungs-Forschung.

### **Wissenschaft zeigt für manche Dinge die Grenzen der Machbarkeit**

Wissenschaft gab auch Grenzen dessen, was "gemacht" werden kann und was, jedenfalls auf einem bestimmten Stand des Wissens, als unmöglich gelten muß. Die Unmöglichkeit bestimmter Dinge konnte durch systematische Untersuchung, also empirisch, festgestellt werden, so, wenn LINNÉ erfahren

mußte, daß die aus China gebrachten Tee-Pflanzen in Schweden nicht gediehen. Auch aus Theorien waren Grenzen des "Machbaren" abzuleiten. Galt das Gesetz von der Erhaltung der Energie war ein "perpetuum mobile" unmöglich, und wenn man den das verkündenden Gelehrten mit der Hinrichtung gedroht hätte, wie zeitweilig jenen Sowjetgelehrten, die nicht auf LYSSENKOs Züchtungsmethoden schworen. Die geologische Erforschung in einem bestimmten Territorium kann deutlich machen, daß bestimmte Bodenschätze dort nicht zu erwarten sind und somit Bohrungen und Schachtanlegen nur Kapitalverschwendung bringen. Entstand Erdöl aus kleinen Meereslebewesen, war Erdölbohrung im französischen Zentralplateau sinnlos, was bei Anerkennung der anorganischen Erdöl-Entstehung sinnvoll sein konnte. In der Elektrotechnik mußte eingesehen werden, daß die Metallfadenlampe mit dem Wolfram-Draht an eine obere Grenze gekommen war, da bei seinem hohen Schmelzpunkt eine weitere Temperatursteigerung für Metalldrähte nicht möglich war (W. GERLACH 1936). Diktatoren wie manchmal Politiker überhaupt zeichneten sich öfters dadurch aus, daß sie Unmögliches und dazu vielfach Sinnloses erzwingen wollten.

### **Planbare Anwendung von Wissenschaft für möglich erscheinende Projekte**

Für etliche Dinge lagen die Grunderkenntnisse vor, ihre Zusammenfassung mußte die Verwirklichung erlauben. Auch das ging nicht ohne Rückschläge, ohne viele neue Einzelheiten, aber, wenn **auf der Grundlage bekannten Wissens** ein bestimmtes vorgegebenes Ziel erreicht werden sollte, dann waren jedenfalls bis zu einem bestimmten Maß **Vorgabe und Planung**, vor allem auch Zeitplanung, möglich.

So war es bei etlichen Waffenprojekten, allen voran bei der Konstruktion der **Atombombe**, in den USA im "**Manhattan-Projekt**". Bekannt war, daß die Atome von Uran 235 unter Freisetzung von Neutronen zerfallen und so sofort andere 235 Uran-Atome ebenfalls zerfallen, eine Kettenreaktion einsetzt. Bekannt waren Trennvorgänge, die für die nicht leichte Trennung des Uran-Isotop 235 von den anderen, ihm im Gewicht doch nahestehenden Uran-Isotopen eingesetzt werden konnten. Es galt dann noch eine Konstruktion zu finden, um zwei (oder mehr) "unterkritische" Massen von Uran 235 zusammenzuschließen und wenigstens für kurze Zeit zusammenzuhalten, damit die Kettenreaktion und die schreckliche Explosion in Gang kam. Das meiste

beim Bau der Atombombe war technisch-konstruktives Geschick, und durch eine Reihe der besten Physiker in den USA wurde eine solche Atombombe und eine Plutoniumbombe in Los Alamos 1945 zusammengesetzt und im Juni dieses Jahres erprobt.

Beim Verwirklichen von Projekten auf bekannter Wissensgrundlage können stets natürlich auch unerwartete, weil übersehene Probleme auftauchen und die Forschung anregen.

Daß auf vorhandenen Grundlagenkenntnissen aufbauende Projekte wie Atombombe oder Weltraum-Flugkörper in relativ kurzer Zeit erfolgreich gelöst wurden, hat bisweilen zu der **falschen Annahme** geführt, daß **alle Wissenschaft geplant** werden kann. Leider warten die Krebskranken noch vergeblich auf die längst vorhergeplanten immer sicheren Heilungen. Hier fehlt es noch an manchem Grundlagenwissen.

### **Mäzene, Geld**

Mit der zunehmenden apparativen Ausstattung von Forschungseinrichtungen und der für viele Forschungen notwendigen Mitarbeiter spielt Geld eine große Rolle. Reiche Länder gerieten gegenüber ärmeren im Vorteil. Bereitstellung von Finanzen bedeutet dabei nicht unbedingt Abhängigkeit, über die Mittelverwendung dürfen im allgemeinen und vielen sinnvollen Fällen die Forscher selbst entscheiden. **Zweckgebundene** Bereitstellung von Mitteln gibt es andererseits auch, und hier hat die externe Förderung Einfluß auf das Forschungsprofil, die Themenauswahl. Unwissende konnten dabei Unmögliches fordern, etwa im 17. Jh. von der französischen Akademie der Wissenschaften die Aufklärung der Wirkung des Kaffee, wofür damals alle chemischen Voraussetzungen fehlten. Im 20. Jh. gab es vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg und bedingt auch durch die Auseinandersetzung zwischen den Blöcken vorher nahezu undenkbare Großforschungsunternehmen, "big science". Werden für aufwendige Forschungen nicht ausreichend Mittel zur Verfügung gestellt, ist jedes Geld weniger dafür oft zwecklos vertan (A. BUTENANDT 1963 / 1981, S. 213), diktiert so etwas wie ein "alles oder nichts." Eine Rakete auf den Mond kann nicht beliebig verbilligt werden, denn entweder ist sie eben flugfähig oder man muß es ganz sein lassen. Gerade die Mittelverteilung führte und führt zu Verteilungskämpfen unter Institutionen und Gelehrten. Der Vorwurf einseitiger Prioritätensetzung ist häufig. In bitteren Worten wird angemahnt, daß

auch in der Demokratie mit ihrer Herrschaft der Mehrheit nicht nur Gerechtigkeit herrscht und - dies schon gar nicht in der Wissenschaft (U. LOHMAR 1973). Minderheiten unter den Forschern fühlen sich unterprivilegiert und unterrepräsentiert, die "Freiheit der Forschung und Lehre" decke auch die Willkür einzelner, die oft durch undurchsichtige Machenschaften in der Wissenschaft in Macht und Stellung kamen und bestimmte Institution setzen sich gegenüber anderen durch. Staatliche Förderung diene nur einer Minderheit gegen eine andere, des einen Forschungsprogramms gegen ein anderes. Transparenz der Dinge, echte Information, Mitwirkung vieler sollten dem steuern.

**'Mehrheiten'** sind in der Wissenschaft suspekt. **Über wissenschaftliche 'Wahrheiten' kann nicht abgestimmt werden.** Wie wäre es ausgegangen, im 16. und noch im 17. Jh. über das ptolemäische oder der copernicanische Welt wenigstens unter Univerisitätangehörigen abzustimmen? Oder um 1860 über Evolution? - Und wie gescheit sind politische Entscheidungen in Demokratien?

Als soziales Problem erstand, was nach dem **Auslaufen eines Forschungsprogramms** mit dem Forschungsapparat, vor allem den oft einseitig spezialisierten Menschen, geschieht (W. BÜCHEL 1975).

**Kleinere Länder** müssen sich im Falle finanziell aufwendiger Dinge auf einige Vorhaben beschränken, aber etwa in der Genetik und der Biochemie hat das an Einwohnern kleine Schweden im 20. Jh. stets eine Spitzenstellung behauptet. Es gibt auch die Möglichkeit internationaler Zusammenarbeit.

**Externe Einflüsse, die sich bevorzugt auf den Inhalt der wissenschaftlicher Aussagen ausdehnen**

#### **Externeinflüsse auf die Aussagen in der Wissenschaft**

Jede Mittelbereitstellung oder jeder Finanzentzug beeinflusst selbstverständlich die Themenwahl und damit auch die schließlich verfügbaren Kenntnisse und Erkenntnisse. Namentlich im 20. Jahrhundert wurde zudem zu beweisen gesucht, daß die Wissenschaft aber nicht nur durch materielle Förderung sowie in ihrer Organisation, sondern auch in ihren Aussagen, **in dem "was erkannt wird"** (G. BÖHME 1980, S. 21), **im Kognitiven**, nahezu immer

von anderen Bereichen der Gesellschaft abhängig war und ist, von deren Denken über sich, ihren materiellen Interessen, den Machtverhältnissen. Gerade für die Naturwissenschaften wirkte das teilweise schockierend. Es war in den Naturwissenschaften etwa des 19. Jh. kaum bezweifelt worden, daß der Forscher die Natur objektiv erforscht, daß er sich dabei leicht die Freiheit von vorgefaßten Meinungen erwirbt. Der Physiologe SIGMUND EXNER rühmte 1890 an dem Physiologen ERNST BRÜCKE, daß dieser gewirkt habe "Frei von jeder vorgefassten Meinung, unbestechlich durch Sympathien oder Antipathien, unbedingt dem Stern der Wahrheit folgend,..." Und ERNST MACH rühmte an GALILEI, daß dieser "sein helles Auge der Natur zuwandte, seine Gedanken umbilden zu lassen, anstatt sie in die Fesseln seiner Vorurteile schlagen zu wollen."

Die Gebundenheit naturwissenschaftlicher Aussagen an das Subjekt, an den Forscher, wurde von denen einen, die das untersuchten, als eine großartige, die angebliche Objektivität der Naturwissenschaften entlarvende Tat gefeiert und sie sahen sich als die eigentlichen Spitzenintellektuellen der Gesellschaft. Ihre eigene Erkenntnisgebundenheit ließen sie dabei oft außen vor. So richtig manche ihrer Aussagen sein mögen, der generelle Zweifel an jedem Streben der Naturforscher, aus den Signalen einer Außenwelt zu irgendwelchen objektiven Erkenntnissen zu kommen, wird vielleicht einmal als einer der gemeinsten Anschläge auf den menschlichen Geist verteufelt werden.

Geistige Externeinflüsse auf die kognitive Seite der Wissenschaft konnten wirksam werden über

1. die **Auswahl der Forschungsprojekte**, die Auswahl forschungswürdiger Probleme (in diesem Zusammenhang also unabhängig von finanzieller Zuwendung oder fehlenden Finanzen),
2. die **Kreation** (Schaffung) **bestimmter Hypothesen** durch einzelne Forscher,
3. die **Rezeption**, die Akzeptierung bestimmter Hypothesen durch andere Wissenschaftler als den Entdecker und durch die Öffentlichkeit.

Bei der Rezeption der Hypothesen war und ist der externe Einfluß auf die Wissenschaften möglicherweise am größten. Während das Aufkommen neuer, verschiedenster Ideen in einzelnen Köpfen kaum verhindert werden kann, hat die Gemeinschaft oder Gesellschaft oder wenigstens deren führenden Elite manche Möglichkeiten, über die Verbreitung neuer Ideen stark mit zu entscheiden. Die Verbeitung von Ideen benötigt Medien, und diese sind

kontrollierbar und beeinflussbar. Auch, wenn es erscheint, als wenn in der Wissenschaft unbeeinflusst Idee aus Idee erwächst und sich Ketten von aufeinander aufbauenden Ideen ergeben, so kann, wie es etwa ELKANA (1986) sah, "eine einmal gefaßte Idee von einem "externen" Faktor wie der Gesellschaft mit ihrer politischen Ideologie und ihren technischen Bedürfnissen aufgenommen oder fallengelassen, gebraucht oder mißbraucht werden ...". Daß wäre eine Ideen-Selektion nicht nur aus Gründen der objektiven Erkenntnis.

Im einzelnen wurde die Wirkung externer Faktoren für die wissenschaftliche Erkenntnis **unterschiedlich** gesehen. Gemäß den reinen "Externalisten" gibt es keine wissenschaftliche Objektivität (außer vielleicht für sie selbst?). Alle oder nahezu alle Aussagen auch in den Naturwissenschaften sind "soziale Konstrukte". Solche aber müßten jederzeit durch andere ersetzt werden können. Das ist die Ansicht eher von Wissenschaftphilosophen, während die Forscher selbst eher eine rein "internalistische Position" (N. ROLL - HANSEN 1998) vertreten. In vermittelnden Positionen wird nur ein Teil der naturwissenschaftlichen Aussagen als entschieden extern beeinflusst gesehen. Nach der Ansicht etwa des Philosophen BLUMENBERG sollte die Naturwissenschaft am Beginn der Neuzeit wegen der gesellschaftlichen Umbrüche, der Herausbildung des Handelsbürgertums und gewerblicher Unternehmer entstanden sein, also extern bedingt.. Die einmal entstandene Wissenschaft habe sich dann jedoch insgesamt autonom, nicht mehr nur außenbestimmt, weiterentwickelt. Ohne den gesellschaftlichen Umbruch der Renaissance, den Bruch mit der jahrhundertlangen Tradition, hat am Anfang der neuen Naturwissenschaft wohl zweifellos mitwirken müssen. Aber sich auch ohne medizinische Gedanken für Pflanzen zu interessieren begann ebenfalls.

Die Externbeeinflussung der wissenschaftlichen Aussagen wurde zuerst von Soziologen erörtert, und auch namentlich für die **Soziologie** selbst diskutiert. Die Frage war ob nicht "manche Phänomene, die sich zunächst als Ausdruck der immanenten Gesetzmäßigkeiten des Geistes darstellten", nicht vielmehr "aus den jeweils dominierenden Strukturbedingungen des sozialen Lebens werden erklären lassen" (WEGELIN, zitiert bei K. MANNHEIM 1929, S. 40 / 41). Die gesellschaftlich herrschenden Gruppen, die Eliten, sollten dabei einen maßgebenden Einfluß ausüben, etwa im Sinne von "Vom Standpunkte der Gesellschaftswissenschaft ist jedes historische, weltanschauliche, soziologische Wissen - auch wenn es die absolute Richtigkeit und Wahrheit selbst sein sollte -

eingebettet und getragen vom Macht - und Geltungstrieb bestimmter konkreter Gruppen, die ihre Weltauslegung zur öffentlichen Weltauslegung machen wollten" (K. MANNHEIM 1929, S. 45).

Reine Objektivität, auch unbewußte geistige Inkorrumpibilität, wurde zumindestens für das Alltagsdenken, auch schon früher bezweifelt. Es ist wohl offensichtlich, daß der einzelne Mensch, geprägt von bestimmten religiösen oder weltanschaulichen Ideen, dem widersprechende Erkenntnisse nicht oder nur ungern an sich heran läßt. Die geistige Struktur, die Überzeugungen und auch die Interessen der Menschen, wirken wie ein Sieb unter den ankommenden Gedanken. GOETHE billigte den Menschen, und auch sich selbst, zu:

"Was Euch nicht angehört  
müsst Ihr meiden,  
was Euch das Inn're stört,  
Dürft Ihr nicht leiden!"

An anderer Stelle bemerkte GOETHE, daß er sich freut, daß er nicht öffentlich lehren müßte und daher "nicht nötig hatte", "anzunehmen", was ihn störte (aus: H. HÖLDER 1985, S. 14). GOETHE war sich offenbar bewußt, daß er von seinem subjektiven Empfinden her "Fremdes" billigte oder mißbilligte, auch verwarf. Das soziale Umfeld mußte der hochgestellte GOETHE dabei noch nicht einmal so stark wie viele andere berücksichtigen.

In liberalen Gesellschaften erschienen die vermeintlich interessegeleiteten Aussagen **ohne** ersichtlichen **äußeren Zwang**. Die ideelle Zugehörigkeit der Gelehrten zu den herrschenden Eliten, die Berufungsmechanismen, die Macht der Medien, auch die allgemeinverständliche Aufbereitung von Wissenschaft sollten für die Verbreitung erwünschter Ansichten sorgen. Man mußte nicht DARWIN gelesen haben, um über "Kampf ums Dasein" und "Auslese der Besten" zu sprechen.

In der STALIN-Zeit gab es in den von der Sowjetunion beherrschten Ländern kaum eine wichtige Auffassung in der Biologie und teilweise in der Physik, die nicht Ausdruck von Klasseninteressen sein sollte und deren ideologische Herkunft zu "entlarven" war. Vor allem in der Biologie wurde eine strenge Trennung von "bürgerlicher" und "proletarischer" Wissenschaft gefordert.



### **Verbote von Ideen durch Kirche, Staat oder Gruppen der Gesellschaft und der Kampf dagegen**

Es gab Versuche von Institutionen, namentlich von totalitären wie oft der katholischen Kirche, den Wissensstand auch der intellektuell Erzogenen nicht durch kompliziertes Verbiegen und durch Manipulation von wissenschaftlichen Aussagen zu beeinflussen, sondern schlicht durch Verbote **bestimmte Ansichten auszuschalten**. Es ging dabei nicht um "Wahrheit" oder "Unwahrheit", sondern es sollte nicht diskutiert werden, was die Herrschaft von Institutionen und Eliten gefährdete. Das bekannteste Verbot einer wissenschaftlichen Auffassung wurde das des heliozentrischen Weltbildes in dem Tribunal der Inquisition gegen GALILEI 1633. Nachdem man GALILEI die für die Folterung vorgesehenen "Instrumente gezeigt" hatte oder wenigstens auf sie verwies, hat er "abgeschworen", sich verpflichtet, über den Umlauf der Erde und der Planeten um die Sonne zu schweigen. Der Umlauf der Erde um die Sonne sollte überhaupt nicht mehr erörtert werden. Die katholische Kirche befand sich um 1633 in einer prekären Situation, denn in dem nördlich der Alpen tobenden Dreißigjährigen Krieg waren die protestantischen Schweden unter GUSTAV ADOLF 1632 zeitweilig bis München vorgerückt und auch der Tod des Schwedenkönigs im November bei Lützen hatte die schwedische Macht nicht ausgeschaltet. Wissenschaftliche Dinge, die den Glauben nicht berührten, wurden nicht zurückgewiesen, ja auch im Umfeld der katholischen Kirche wurde geforscht. Der Priester SCHEINER fand und beschrieb die Sonnenflecken und unternahm Forschungen über das Sehen. Der in Florenz zum Katholiken bekehrte und später als Bischof in Norddeutschland amtierende Däne NICOLAUS STENO war ein führender Anatom und verfaßte eine erste bedeutende Arbeit zur Ableitung der Erdgeschichte aus den Sediment-Gesteinen, hier denen der Toskana. Namentlich in protestantischen Ländern wurde versucht, die Bibelerzählungen, etwa die Sintflut, mit Hilfe von Wissenschaft, zu beweisen. Auch in späterer Zeit, als für keine Kirche Verbote vor einem Kirchentribunal nicht mehr möglich waren, gab es noch Formen der gesellschaftlichen Ächtung, auch der Diffamierung, für unerwünschte Ansichten.

Lange vor den Marxisten hatte der englische Philosoph THOMAS HOBBS gesagt (zitiert nach TÖNNIES): "Denn ich zweifle nicht, wenn es ein Ding gewesen wäre, irgend eines Menschen Eigentumsrecht, oder (richtiger gesagt) dem Interesse derjenigen, welche Eigentum haben, zuwider ist, daß die drei

Winkel eines Dreiecks zwei Winkeln eines Quadrates gleich sind, so würde diese Lehre, wenn nicht bestritten, so doch durch Verbrennung aller Geometriebücher unterdrückt worden sein, soweit als die Beteiligten es durchzusetzen vermocht hätten."

Wer die Kirche verabscheute, hat oft Wissen in seiner Auseinandersetzung mit ihr eingesetzt. Im **aufgeklärten** 18. Jh. wurde etwa von CONDORCET (s. 1963) in Frankreich jene oft wiederholte Meinung vertreten, daß seit dem Alterum herrschsüchtige Priesterkassen das "richtige" Wissen im Interesse ihrer Machterhaltung für sich behielten und der Masse des Volkes nur einen irrationalen Glauben einredeten. Die Priester am Ende des 18. Jh. wären noch Überreste dieser selbstsüchtigen Priesterkassen und ihr müsse durch Wissensverbreitung entgegengetreten werden. Das Christentum habe die Verachtung allen Wissens gebracht, denn es "hatte sich für die Beleidigungen zu rächen, die ihm die Philosophie zufügte; es fürchtete jenen Geist des Fragens und des Zweifelns, jenes Vertrauen auf die eigene Vernunft, das eine Geißel für jeden religiösen Glauben ist" (1963, S. 157). Es gäbe keine Religion, die ihre Anhänger nicht zwingt, manches in Kauf zu nehmen, was den Naturwissenschaften widersinnig ist. CONDORCET wurde 1793 / 1794 allerdings trotz seiner Auffassungen im Geiste der Aufklärung von den Jakobinern verfolgt und starb auf der Flucht. In der zweiten Hälfte des 19. Jh. hat namentlich ERNST HAECKEL die Priester der Volksverdummung angeklagt. Der Papst etwa verlangte von seinen Priestern den Antimodernisteneid.

Ansichten wurden von Obrigkeiten auch im 19. Jh. durch **Buchzensur oder Verbot der Einfuhr bestimmter Bücher** etwa in die Habsburger Monarchie zu unterdrücken gesucht. Rein naturwissenschaftlichen Ansichten waren davon noch am wenigsten betroffen. Der österreichische Staatsmann METTERNICH, der keine politische Veränderung mehr zulassen wollte, hat immerhin andererseits durch seine Initiative zur Gründung einer Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien entscheidend beigetragen. Es ging also selten um ein Verbot jeder Wissenschaft insgesamt.

**Geboten** und nicht nur verboten wurde in der Wissenschaft **totalitärer Staaten** des 20. Jahrhundert. Die politischen "Vordenker", die HITLER und vor allem LENIN und STALIN gaben erwünschte Aussagen vor. Bei den

Nationalsozialisten etwa wurde vorgegeben, welche Rassen gut sind und welche Territorien wegen angeblicher ehemaliger germanischer Besiedlung deutsch zu sein hatten. Und im Sozialismus und Kommunismus wurde jedenfalls bis zum Ende der 1950-er Jahre in der Sowjetunion und ihren Satellitenstaaten verordnet, wie man Vererbung, die Entstehung des Lebens, der Eigenschaften der Viren und der Zellen sehen muß, und "Kältetod", Meteoritenkatastrophen, Urknall durften in kommunistischen Ländern auch später kaum debattiert werden. Die viele Erwähnung dieser Dinge in den westlichen Staaten konnte vielleicht den Verdacht auf damit verbundene ideologische Interessen zu Recht nahelegen. In der DDR war beispielsweise MONODs Buch "Zufall und Notwendigkeit" (dtsch. 1970) in öffentlichen Bibliotheken nicht erhältlich. Wenigstens seit dem 18. Jh. war die Wissenschaft eine Macht. Kenntnis in der Wissenschaft verlieh Ansehen. Der Politiker und Machthaber wollte in der Wissenschaft gern mitsprechen. Er bevorzugte daher Gebiete oder Theorien, die seinem Verstand entsprachen, auf denen er noch mitreden konnte. In der theoretischen Physik war das kaum mehr der Fall und sie fand wohl auch deshalb bei großen "Diktatoren" des 20. Jahrhunderts so wenig Gnade. Die von "oben" verordneten Vorgaben für Inhalte in der Wissenschaft förderten den unlauteren, sich anpassenden Charakter von Leuten, die sich Wissenschaftler nannten. Die Folgsamen wurden belohnt, "Multiplikatoren" verkündeten das Erwünschte - wohl auch wider besseres eigenes Wissen, weshalb es ihnen augenscheinlich mühelos gelang, jede Wendung mitzumachen und immer wieder oben zu sein. Mit "vorausgehendem Gehorsam" konnte jemand seine wissenschaftliche Karriere durchführen oder wenigstens befördern. In Demokratien wird man all die Lächerlichkeiten im Wissenschaftsbetrieb der totalitären Regimes kaum richtig nachempfinden, denn man muß sie erlebt haben, gesehen und gehört, diese Agitatoren und Propagandisten mit oder ohne Professorentitel in ihrer Arroganz und ihrem widerlichen Selbstbewußtsein hinter den Rednerpulten, wie sie die von der Partei verordnete Wissenschaft verkündeten und jeder Einwand lässig davonwischten. Alle jene, die von ihnen abhängig waren, mußten, auf Gedeih und Verderben, in diese Töne einstimmen. Ein Argument in den sozialistischen Staaten war, daß die Wissenschaft schließlich von der "Arbeiterklasse" bezahlt wird und daher ihr auch voll zu dienen hat. Ob der "Arbeiterklasse" falsche, unnütze Wissenschaft nutzt, blieb in der Öffentlichkeit unerörtert. Päpstlicher als der Papst suchte man zu sein. Jeder wollte wenigstens zweitweilig mehr links überholen als die Kollegen. Kluge

Geister sahen die daraus erwachsenden Gefahren. WOLF BIERMANN dichtete 1975:

"Genossen! fragt nicht penetrant  
Wie in dem Märchen hirnverbrannt:  
Wer ist der Linkste im ganzen Land?  
- das kann kein Spiegel sagen"

(zitiert nach "Neues Deutschland" vom 16. / 17. November 1996, S. 12). Mit totalitären Parteien waren auf die Dauer eben weder Staat noch Wissenschaft zu machen. POL POT in Kambodscha hielt es dann für geraten, die Wissenschaft im Interesse einer Gesellschaft der Gleichen ganz zu beseitigen.

Gelehrte, die sich mit Leuten ohne ihre akademische Grade nur von oben herab unterhalten, katzbuckelten oft ihn widerlicher Weise vor irgendwelchen dümmlich wirkenden höheren Funktionären und Politikern.

Man kann immerhin darauf verweisen, daß **kein Verbot** wissenschaftlicher Ansichten und kein Gebot sich für immer und überall **durchsetzen ließ**. Vielfach machten Verbote eine Ansicht oder ein Buch erst interessant und begehrenswert.

Was hat die Wissenschaft der Mehrheit der Menschen gebracht? Sicherlich viele Annehmlichkeiten. Muß man dann mit ARON (1985, S. 490): "... denn der Fortschritt der Wissenschaft garantiert weder den Fortschritt der Menschen noch den der Gesellschaften. Im Gegensatz zur landläufigen Meinung haben uns die Schrecken der Regime Hitlers und Stalins von einer groben Form des Fortschrittsdenkens befreit." Wissenschaft und vor allem auch Technik gab es in beiden dieser Regimes. Oder: "Die menschliche Existenz ist dialektisch, d. h. dramatisch, denn sie handelt in einer unzusammenhängenden Welt. sie engagiert sich ungeachtet der Dauer und sucht eine flüchtige Wahrheit. ohne auf etwas anderes bauen zu können als auf eine fragmentarische Wissenschaft und eine formale Reflexion?"

### **Zurückhaltung in der Verkündigung neuer Auffassungen als wissenschaftsethisches Problem**

Als **wissenschaftsethische Frage** bleibt jedoch wohl erörterungswert, ob alle wissenschaftlichen Aussagen, ob Hypothesen, Theorien oder auch ziemlich sichere Ergebnisse, in jedem Falle und zu jeder Zeit auch der breiten

Öffentlichkeit mitgeteilt werden sollen, selbst dann, wenn sie zu Furcht führen, zur Mißachtung allgemein bestehender, gesellschaftsfestigender ethischer Normen, ja zu Haß, beitragen.

Der berühmte Mediziner der zweiten Hälfte des 19. Jahrhundert in Deutschland RUDOLF VIRCHOW vertrat 1877 auf der 50. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in München gegen HAECKEL die Ansicht, daß die von ihm nur als Hypothese betrachtete Deszendenztheorie wegen ihres hypothetischen und vor allem auch aufrührerischen Charakters nicht in den normalen Schulen gelehrt werden soll. Er rief: "Nun stellen Sie sich einmal vor, wie sich die Descendenztheorie heute schon im Kopfe eines Sozialisten darstellt" und verwies auf den Kommune-Aufstand in Paris 1871, der ihm ein Ende der von ihm gewünschten liberalen Gesellschaft bedeutete. VIRCHOW war bestimmt kein christlicher Fundamentalist. Als liberaler Abgeordneter im Preußischen Landtag war er führend in der Opposition gegen BISMARCK und stand in seinem Auftreten gegen HAECKEL erstmals auf jener Seite, die im üblichen politischen Jargon als "Rechte" galt (E. ACKERKNECHT 1957). Auf der "Rechten" aber war VIRCHOW politisch nicht anzusiedeln.

Der Prozeß GALILEI wurde von HEISENBERG (s. 1973, S. 346) bezeichnet als der "Konflikt zwischen der geistigen Gestalt einer Gesellschaft, die ihrem Wesen nach etwas Statisches sein muß, und den ständig sich erweiternden und erneuernden wissenschaftlichen Erfahrungen und Denkweisen, also einer dynamischen Struktur." Selbst eine aus revolutionären Umwälzungen hervorgegangene Gesellschaft, meinte HEISENBERG, müsse nach einer neuen Stabilisierung, nach einer Konsolidierung streben, nach einer Fixierung des Gedankenguts, "das die dauerhafte Grundlage der Gesellschaft bilden soll. Die völlige Unsicherheit über alle Maßstäbe wäre auf die Dauer unerträglich." Es gab damit zumindestens Verständnis für die Unterbindung einer so umwälzenden Neuigkeit wie das Copernicanische Weltbild. Unter den Biologen hat der englische Genetiker CYRIL DEAN DARLINGTON (D. LEWIS 1983) sich mit dem Konflikt zwischen der "Entdeckung" als dem aktiven Prinzip in der Wissenschaft und der Kontinuität befaßt und sah in der Kontinuität ebenfalls eine bis zu einem gewissen Grade notwendige Bedingung für den Bestand der Gesellschaft.

Aber die Kontinuität sollte wohl nicht übertrieben werden!

Im 20. Jahrhundert gab es in den **westlichen Demokratien** Gruppen, vor allem "Linke", die Untersuchungen etwa zum Intelligenzquotienten und Forschungen

in der Soziobiologie auch mit Gewalt unterbinden wollten, da diese bei manchen Leuten das von ihnen vertretene Gleichheitsideal in Frage stellten. Der Verhaltenspsychologe HANS JÜRGEN EYSENCK hatte sich in Hitler-Deutschland auch als "Arier" verweigert und ging nach England. Als er in den 70er Jahren in England, als in der westlichen Welt gehofft wurde, "alle möglichen Formen der Benachteiligung durch kompensatorische Bemühungen ausgleichen zu können" (K. ADAM 1997), über Intelligenzunterschiede forschte, wurde er als Faschist bezeichnet und mit spöttischen Sieg-Heil-Rufen am Reden gehindert. Unabhängig von dem gewiß diskutablen Ergebnis, sollten Intelligenzunterschiede, noch dazu erbliche, kein zulässiges Forschungsthema sein. Ebenso sahen die Soziobiologen das Verhalten der Menschen als erblich und suchten das Zustandekommen der Verhaltensweisen, auch der bei den Geschlechtern verschiedenen, zu erklären. Als auch die Familie des daran entscheidend beteiligten Biologen EDWARD O. WILSON bedroht wurde, gab er, Verfasser des in Deutsch unter dem Titel "Biologie als Schicksal. Die soziobiologischen Grundlagen menschlichen Verhaltens" erschienen Buches, auf und verweigerte ein öffentliches Gespräch (N. WADE 1976). Unterdrückt wird auch die Benutzung des in der Biologie wertneutralen Begriffs "Rasse", weil allein die Feststellung von äußeren Unterschieden der Menschen offenbar dem "Rassismus" Vorschub leisten könne. Umstritten ist am Beginn des 21. Jh. die Forschung mit befruchteten menschlichen Keimzellen. Wo Gefahren für Menschen bestehen, ist ein Forschungsverbot, ein Moratorium, sicherlich zu vertreten. Aber Seelenschaden fürchtete die katholische Kirche durch das copernicanische Weltbild auch, wenn das heute gelassener gesehen wird. "Entdeckungen", die nicht sein sollten, wurden in der Geschichte also mehrfach wenigstens behindert.

### **Förderung der Wissenschaft und besonders der Naturwissenschaft aus weltanschaulichen Gründen**

Bestimmte wissenschaftliche Ansichten oder die Naturwissenschaft insgesamt wurde auch aus politisch-weltanschaulichen Gründen öfters gefördert, besonders gewisse Teile davon. Wissenschaft, Ratio war eine Waffe im Kampf der Aufklärer des 18. Jh. gegen die Kirche, die Religion und gegen jene Gesellschaftsordnung, die sie überwinden wollten. Die richtige Wiedergabe der Welt und nicht der Aberglaube sollte das Denken bestimmen. Auch in aufgeklärten Adelssalons wurden dabei Wissenschaft in nachgeahmten

Experimenten vorgeführt. VOLTAIRE schrieb über NEWTONs Physik für Frauen. Der Blitzableiter galt als Zeugnis der menschlichen Macht über die erforschte und damit lenkbar gemachte Natur. Der niederländische Astronom und Marxist ANTONIE PANNEKOEK schrieb 1914 über diese Wissenschaft in den Händen der Aufklärer (S. 15): "Die Naturwissenschaft wurde ihre Waffe, die Wissenschaft stellten sie dem Glauben, die neuentdeckten Naturgesetze der Tradition gegenüber. Bewiesen die Ergebnisse der Naturforschung, daß die Lehren der Pfaffen nur Lug und Trug waren, so fiel damit die göttliche Autorität dieser Pfaffen, und die Heiligkeit des traditionellen angestammten Rechtes der feudalen Klassen war zerstört." PANNEKOEK sah in den Beziehungen zwischen Naturwissenschaftlern und Geistlichkeit im 17. und 18. Jh. allerdings wohl zu einseitig nur eine Art "Klassenkampf", Klassen-Konfrontation.

### **Akzeptierung von Entdeckungen in Abhängigkeit von den sozialen Umständen**

Ob eine "Entdeckung" eine Entdeckung "ist", hängt, wie AUGUSTINE BRANIGAN (1981) nahelegte, auch davon ab, unter welchen Umständen eine Neuheit zustandekommt und ihr Publikum finden müßte. Fahrten über den Atlantik nach dem Westen vor 1492 oder die Fahrt von GIOVANNI CABOT(O) 1497 an die Ostküste Nordamerikas fanden nicht jene Würdigung, die, allerdings auch nicht immer, COLUMBUS zuteil wurde. Daß ein neuer Kontinent in das Licht der Europäer getreten war, hat der 1506 gestorbene COLUMBUS selbst nicht erfahren und erst 1507 wurde von einigen Gelehrten am Gymnasium der lothringischen Stadt St. Dié, namentlich von WALDSEEMÜLLER, davon gesprochen. St. Dié rühmt sich nicht zu Unrecht vor den heutigen Touristen, daß bei ihnen "Amerika" entdeckt wurde.

### **Weltanschauliche und religiöse Überzeugungen als Einflußfaktoren auf wissenschaftliche Auffassungen**

Wenn von einer ausreichend großen Zahl von Forschern die innerste religiöse oder weltanschauliche Überzeugung ausreichend bekannt wäre, ließe sich vielleicht statistisch absichern, daß bestimmte wissenschaftliche Hypothesen oder Theorien beim Vorliegen einer bestimmten Überzeugung bevorzugt akzeptiert oder abgelehnt werden. Immerhin haben sich zahlreiche Forscher verschiedener Zeiten auch öffentlich zu einem christlichen Glauben bekannt und

lassen sich deren Arbeiten ermitteln. Im Mittelalter gab es ohnehin kaum eine von der christlichen Religion autonome Theorie. Wissenschaft war wie Ethik und Kunst in das Religiöse eingebunden (K. MANNHEIM 1924). Christliche Kreise meinten sogar, daß die jüdische und die christliche Religion mehr als andere Religionen wissenschaftsgünstig waren. Gott wirkte nach ihrer Lehre in weiter Ferne, er war Schöpfer und Erhalter der Welt, war aber nicht selbst Teil der Schöpfung geblieben. Die Unerforschlichkeit und Unnahbarkeit Gottes war nicht auf die von ihm unabhängige Schöpfung zu übertragen. In der "geschaffenen" Welt konnte den erforschbaren Bauplänen und Prinzipien, den eingegebenen Naturgesetzen nachgespürt werden. Die Natur, eben die "Schöpfung" war damit neben der Bibel als eine zweite Quelle göttlicher Offenbarung anerkannt, und zwar als die erforschbare. Diskutiert wurde, inwieweit das geistige Klima der protestantisch-puritanischen Ethik nicht nur wie nach der Auffassung von MAX WEBER den Aufstieg der kapitalistischen Wirtschaft, sondern auch der Wissenschaft begünstigte (D. S. KEMSLEY 1968).

Manche Forscher vor allem im 17. und 18. Jahrhundert sahen in der Erforschung der Natur und der Naturkörper regelrecht **Gottesdienst**. Eine ganze Forschungsrichtung, die **Physikotheologie**, suchte die Richtigkeit der Bibel durch Naturforschung zu belegen. Religiöse Überzeugung begünstigte, die als Gottes Werk angesehene Schöpfung besonders minutiös und gewissenhaft aufzuklären. KEPLER suchte als religiöser Astronom eine von ihm erwartete "**Harmonie**" im Weltall, und auch die in der Welt herrschenden Gesetzmäßigkeiten waren ihm Ausdruck der Größe und Güte Gottes. An MÄSTLIN schrieb KEPLER am 3. Oktober 1595 (zitiert aus M. CASPAR et al. 1930, S. 24): "Ich wollte Theologe werden; lange war ich in Unruhe: Nun aber sehet, wie Gott durch mein Bemühen auch in der Astronomie gefeiert wird". Für den niederländischen Naturforscher JAN SWAMMERDAM (F. J. COLE 1937, M. P. WINSOR 1976) sollte sich Gottes Größe vor allem im **Feinbau kleiner Insekten** ausdrücken und er seziierte bis ins Minutiöse mit feinen Nadeln unter der Lupe die Bienenkönigin und Larven der Eintagsfliege. In der zweiten Hälfte des 18. Jh. sah der Moosforscher JOHANN HEDWIG in den Feinheiten und der Sexualität der Moose ebenso wie auch KONRAD SPRENGEL in Spandau in den Insekten anlockenden Merkmalen der Blüten noch Gottes zu preisendes Werk.

Auch etwa die Sintflut suchte man in der Natur zu beweisen, indem die **Fossilien** als Sintflutopfer angesehen, gesammelt und beschrieben wurden. Es



steckt allerdings in diesen Bestrebungen auch schon ein gutes Stück Aufklärung: Man verließ sich nicht mehr auf die Bibel, sondern meinte, sie durch Zeugnisse aus der Natur in besonders überzeugender Weise stützen zu müssen. Der Fossilerforscher und damit auch Fossilien-Entdecker BÜTTNER rief 1710 den Zweiflern zu (S. 310): "Ihr aber / die ihr zeither die Mosaische Erzählung kaum so hoch / als Ovidii Metamorphosin, gehalten / tretet doch inzwischen heran! besehet bey dem Natur - Lichte / den Ursprung der Erde...Bedenckt zugleich: wie euch aus allen Theilen der Welt von alten und itzigen Völckershafften mit vollem Concent in die Ohren geschrien wird: Es sey eine Sündfluth gewesen....So bestialisch will euch nicht halten: GOTT zu verneinen; so thöricht nicht: Seine Güte und Weißheit bey der erschaffenen Erde in Zweifel zu ziehen; So blödes Gesichts nicht / die Narben auch noch offenbahre Schäden und Todten - Brüche der Erdkugel / insonderheit die Verschüttung so vieler Millionen Thiere und Gewächse & vor euren Füßen nicht zu sehen. Wohlan! ..." Die religiösen Fossilien sammelnden Naturforscher haben eine bedeutende Faktengrundlage für die Paläontologie gelegt, viele fossile Arten "entdeckt" und beschrieben. Für die Sintflut zeugte gerade in Mitteleuropa noch, daß Massengesteine sowie stark gefaltete, ja umgewandelte Sedimente von mehr oder weniger flach liegenden, fossilreicheren Sedimentgesteinen überlagert werden. Die tieferen Gesteinslagen sah man als die ursprüngliche, die "primäre" Erdkruste, so wie sie nach der Schöpfung entstanden war. Die fossilführenden Schichten, namentlich Kalksteine und Sandsteine, waren "sekundär" in der Sintflut aufgelagert worden. Erst etliches später sah man in den Graniten, Gneisen und Schiefen das Ergebnis von Gebirgsbildung und in den darauffliegenden Sedimenten eine jahrmillionenlange Ablagerung Schicht nach Schicht. Die Fossilien anders denn als Sintflut-Opfer zu deuten, erschien gar nicht so leicht. Um die Sintflut-Auffassung zu ersetzen, hat VOLTAIRE einmal gemeint, daß aus Italien zurückkehrende Pilger Souvenir Muscheln mitbrachten, diese aber auf den Alpenhöhen in Schweiß gekommen wegwarfen. Deshalb fände man heute auch auf Alpenhöhen versteinerte Muschelschalen! GOETHE hat sich als Student in Straßburg mit dieser Auffassung auseinandergesetzt und erkannte aber die versteinerten Muscheln auf dem Baschberge als ehemalige Meeresbewohner an, "ob vor oder während der Sündflut, das konnte mich nicht rühren ..."

Für eine höhere Weisheit sollten weiterhin vor allem die **zweckmäßigen Anpassungen der Lebewesen** sprechen. Auch der junge DARWIN hatte als Theologie-Student in Cambridge das Buch des Bischofs PALEY über

Naturtheologie zu lesen, in dem es etwa die Abbildung eines längsgeschnittenen Spechtkopfes mit der Zunge und den Muskeln für das Hervorsuchen der Insekten-Nahrung gibt. DARWIN lernte offenbar aus dieser Lektüre, daß er für die Entstehung der Anpassungen der Organismen eine natürliche Erklärung finden muß, wenn die Evolutionstheorie anerkannt werden soll, und aus seinem Nachdenken kam er zur Selektions-Theorie. Ein apologetisches Buch hat zu einer der aufsehenerregendsten Entdeckungen beigetragen!

Mit der Zeit wurde die Beziehung zwischen verinnerlichter Religiosität, die nicht einmal orthodox-dogmatisch sein muß, und der Neigung für bestimmte wissenschaftliche Auffassungen subtiler. Religiöse Auffassungen spielten aber augenscheinlich mit, wenn schon im 18. und 19. Jh. über die **Herkunft der Menschen "rassen"** nachgedacht wurde. Die meisten Gelehrten leiteten alle Menschen von einem einzigen Stammpaar ab, so wie es die Bibel nahelegte. Die Unterschiede entstanden, nachdem die Nachkommen etwa der Familie Noah verschiedene Klimagebiete besiedelten - und, so absurd es vielleicht klingt, eine begrenzte Evolution, eine "Mikroevolution", wurde also gerade von religiösen Naturforschern nahegelegt. Trotz der Unterschiede etwa in der Hautfarbe blieben alle Menschen "Brüder". Um sich offensichtlich von der Bibel zu distanzieren, hat der "materialistische" Naturforscher CARL VOGT etwa 1855 in Verächtlichmachung des sich zum Christentum bekennenden Göttinger Physiologen RUDOLF WAGNER in dem Pamphlet "Köhlerglaube und Wissenschaft" gemeint, daß alle **Menschenrassen unabhängig** voneinander, **autochthon**, entstanden sind, ohne Angabe, wie das geschah. Das Klima im Gebiet der Beringstraße hätte niemals erlaubt, daß Menschen über diese Regionen von Eurasien nach Nord-Amerika wandern konnten. Also mußten die Indianer irgendwie an Ort und Stelle zustandegekommen sein.

Ebenso spielte offensichtlich die religiöse Überzeugung der Gelehrten mit bei der **Anerkennung oder Ablehnung der "Urzeugung"** von Organismen, einem diskutiertem Thema in der ersten Hälfte und der Mitte des 19. Jahrhunderts. Um zu erklären, wie in der Erdgeschichte zu verschiedenen Zeiten neue Formen erschienen oder auch in der Gegenwart plötzlich eine Art an einem von ihr bisher nicht besiedelten Standort auftrat, wurde entgegen der Ansicht von Forschern wie FRANCESCO REDI und VALLISNERI schon im 17. Jh. behauptet, daß die Materie sich "organisieren" könne, das heißt in ihr ohne vorangegangene Zeugung Keime entstehen, ein als "Urzeugung", "generatio spontanea", bezeichneter Vorgang. Für die "Urzeugung", als rein natürlicher

Vorgang angenommen, plädierten Materialisten wie CARL VOGT und LUDWIG BÜCHNER, jedenfalls bis um 1860, als DARWIN eine plausiblere Theorie anbot, um das Auftreten neuer Formen in der Erdgeschichte zu erklären. Forscher, die diese vermutete "Urzeugung" zu widerlegen suchten, bekannten sich in auffallender Weise mehr oder weniger zur christlichen Religion. War die Urzeugung widerlegt, dann war der Schöpfergott zwar noch nicht bewiesen, aber die Frage der Organismenentstehung wenigstens wieder offen. So legte der sich zum Christentum bekennende CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG nahe, daß Pilze nur aus Sporen hervorgehen. führte der Katholik THEODOR SCHWANN die Gärung auf die nur durch Selbstvermehrung entstehenden Hefen zurück, wandte auch der Katholik LOUIS PASTEUR alle Mühe auf, die Urzeugung selbst der "Mikroben" zu widerlegen. Daß auch Mikroben nur durch Teilung aus ihresgleichen hervorgehen, war wohl schon die im Vorfeld seiner Experimente akzeptierte Ansicht und er hat erwartet, was er fand. In einem berühmten öffentlichen Vortrag im Jahre 1864 (N. ROLL-HANSEN 1972) hat PASTEUR gesagt, daß es ein Sieg des Materialismus wäre, wenn sich erweisen ließe, daß die Materie von sich heraus Lebewesen hervorbringt. "Warum", fragte er, "wäre dann die Idee von einem Schöpfergott" nötig? Daß alle Lebewesen, auch die kleinsten, nur durch Vermehrung aus ihresgleichen entstehen, ist dabei richtig, und die christliche Überzeugung hat dann der Entdeckung einer richtigen Ansicht vorgearbeitet. Aber es kann auch anders kommen, und mit irgendwelcher vorangehender Überzeugung kann manches, auch nicht richtiges, gefunden werden.

Gerade religiöse Forscher haben auch Dinge **aufgeklärt**, die ihnen als ihrem Glauben fremder **Aberglauben** erschienen sind und haben damit der Wissenschaft genutzt. Das beruht auf dem häufigen Mißverständnis der Gläubigen und Ideologen, daß ausgerechnet ihr Glaube die 'reine' Wahrheit sei und ihnen Fremdes 'Aberglauben'. CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG (1848), führender Erforscher der tierischen Einzeller, erklärte das Zustandekommen der "blutenden Hostien", der unerklärten plötzlichen Rotfärbung von für das heilige Abendmahl bestimmten Obladen, indem er nachwies, daß dies durch einen niederen, koloniebildenden, auch übertragbaren Organismus, die "Purpurmonade", bedingt wird. Im Mittelalter gab solche Rotfärbung Anlaß für wilde Spekulationen, man sprach vom "Blutwunder". Es wurden auch Juden beschuldigt, Hostien entweiht zu haben und hätten so die Rotfärbung ausgelöst. Im Jahre 1330 wurden in Güstrow und 1492 in Sternberg

mit der Beschuldigung der Hosteinentweihung Juden verbrannt. Ebenso gab EHRENBERG eine natürliche Deutung des "Manna", der plötzlich in der Wüste von den aus Ägypten fliehenden Israeliten gefundene Nahrung, als er "Manna" als den eingetrockneten Saft von Schildläusen angestochener Tamarisken erklärte. Der sich als prononcierter Katholik verstehende THEODOR SCHWANN lehnte 1875 ab, die an die Kreuzigungsmale erinnernden Male einer sogenannten Stigmatisierten in Belgien als "Wunder" anzuerkennen.

Religiöser Glauben ist für Entdeckungen gewiß nicht nötig, aber er **kann** auch zu richtigen Einsichten führen - trotz alledem.

### **Aussagen der Wissenschaften in Beziehung zum "geistigen", zum "kulturellen Klima" einer Periode - die "Zeitgeist"-Frage**

Es wurde von manchen Autoren immer wieder herausgearbeitet, daß der kulturelle Stil oder die "Mentalität" einer Periode, man spricht wegen der schwierigen Faßbarkeit der Dinge gern von "Zeitgeist", sich auch in den Forschungsthemen und Aussagen der Wissenschaft auswirkt, also geistige wissenschaftsexterne Dinge **bestimmen, was "entdeckt"** wird. Der Terminus "Zeitgeist" erschien etwa 1810 in einem Buchtitel von E. BRANDES. Beziehungen von außerhalb der Naturwissenschaften entstandenen Ideen und von in den verschiedensten Wissenschaften wie bei den Philosophen zeitweilig vorherrschenden Ideen werden etwa deutlich, wenn zu einer bestimmten Zeit sehr viel Physikotheologie betrieben wird oder ein "mechanistisches Weltbild" in verschiedenen Bereichen erscheint oder mit den Vorstellungen über die Elektrizität und Chemie verbundene Begriffe, so die der "Polarität", auch anderswo benutzt werden. Für alle verbindlich erschienen solche Ideen nie.

In die zu einer Zeit besonders akzeptierten künstlerische Werke fließen die herrschenden Ideen einer Periode nun gewiß ein. Was ihre Zeitgenossen bewegte, etwa die Freiheitsrechte der Menschen, wird in Werken von LESSING, GOETHE, SCHILLER erörtert, und die großen sozialen Fragen erscheinen bei vielen Schriftstellern am Ende des 19. Jh. und im 20. Jh., wenn etwa an ZOLA, GERHART HAUPTMANN, überhaupt an den "Naturalismus" gedacht wird. Ideen- und Geistesgeschichte haben immer versucht, Glaubensgewißheit, Weltanschauungen, Selbstverständnis, Ideologien (V. SELLIN 19) in den

verschiedenen Geschichtsperioden zu ermitteln. Es gibt die eigene historische Disziplin der "Mentalitätsgeschichte", die versucht "Mentalitäten", das heißt geistige, vor allem "kollektive" Einstellungen zu ermitteln, indem etwa sogar die Spendenfreudigkeit für Religionsgemeinschaften, die Häufigkeit bestimmter Vornamen, Testamente, Geburtenzahl, Eheschließungen und anderes festgestellt wurden. Jedoch bereits die ältere Kulturgeschichte, die Literatur- und Kunstgeschichte, haben versucht, die **spezifischen Züge der Zeitalter** zu erfassen. Schon des längeren werden "Renaissance", das Zeitalter des "Barock", des "Rokoko", manchmal ein eigenes "Zeitalter der Empfindsamkeit", die Periode des "Sturm und Drang", die "Romantik" und weitere. Dominierte ein Kunst- oder Denkstil, schloß das gleichzeitige andere Strömungen nicht aus, wenn auch vielleicht weniger vordergründig erschließbar (K. MANNHEIM 1925). Gemeinsamkeiten in einem Zeitalter sollten sich etwa darin äußern, ob man mehr traditionsgebunden, mehr analytisch, mehr "ganzheitlich", "übergreifend" dachte und in dergleichen Dingen. Es sollte eine Frage nicht in jeder geschichtlichen Situation gestellt und schon gar nicht gelöst werden können (K. MANNHEIM 1925, S. 578). Der Kölner Philosoph HELMUTH PLESSNER meinte 1928 (S. 1): "Jede Zeit findet ihr erlösendes Wort. Die Terminologie des achtzehnten Jahrhunderts kulminierte in dem Begriff der Vernunft, die des neunzehnten im Begriff der Entwicklung, die gegenwärtige im Begriff des Lebens. Jede Zeit bezeichnet damit etwas Verschiedenes, Vernunft hebt das Zeitlose und Allgemeinverbindliche, Entwicklung das rastlos werdende und aufsteigende, Leben das dämonisch spielende, unbewußt schöpferische heraus. Und trotzdem wollen die Zeiten alle dasselbe fassen, wird ihnen der eigentliche Bedeutungsgehalt der Worte nur das Mittel, um nicht zu sagen, der Vorwand, jene letzte Tiefe der Dinge sichtbar zu machen, ohne deren Bewußtsein alles menschliche Beginnen ohne Hintergrund und sinnlos bleibt". Hinter dem "Zeitgeist"-Denken stehen auch wieder politische Geschehnisse und soziale Umschichtungen. Die Religionskriege des 17. Jh. mußten von Geschädigten schließlich als sinnlos erkannt werden und mußten den Weg zu wachsender Religionskritik und zum Religions skeptizismus des 18. Jh. bereiten. Seit MARX und ENGELS, meinte PLESSNER (1928, S. 11) weiter, "fahndeten Wirtschaftshistoriker, Nationalökonomien und Soziologen nach den Überbau- bzw. Konformitätsgesetzen zwischen Wirtschaft, sozialer Lage und geistigen, d. h. zweckfreiem Ausdrucksleben, die für die Struktur einer Zeit, des Querschnitts der Geschichte, entscheidend sein müssen. Daraus hat sich dann die Beschäftigung mit den Fragen der Kunst-, Religions-, Rechts- und

Wissenssoziologie entwickelt, die geeignet ist, das Bewußtsein von der Zeitgebundenheit des Geistes, besonders auch des Erkennens zu verstärken".

Auch für die **Naturwissenschaften** hat etwa der US-amerikanische Evolutionsbiologe GOULD gemeint (1988, S. 16), daß vieles von dem Wandel in der Wissenschaft nicht eine weitere Annäherung an die Wahrheit war, sondern auf "die Veränderung der kulturellen Kontexte, von denen sie so nachhaltig beeinflußt wird", zurückgeführt werden muß. "Fakten", erörterte GOULD, "sind keine reinen und unverfälschten Informationsbröckchen; auch die Kultur hat Einfluß darauf, was wir sehen, und wie wir es sehen. Darüber hinaus sind Theorien keine unerbittlichen Ableitungen aus Fakten. Die kreativsten Theorien sind häufig phantasievolle Visionen, die den Fakten übergestülpt werden; die Quelle der Phantasie ist ebenfalls stark kulturell bestimmt".

Wie man nun den "Zeitgeist" einer Epoche so in Begriffe faßt, daß er in den Beschreibungen der Naturwissenschaft einer Zeit sich wiederfindet, ist bei konkreter Betrachtung allerdings wohl schwieriger, als man annimmt. Was verbindet ein Gemälde oder ein Gedicht der Romantik mit "Romantik" in den Naturwissenschaften? Was ist der Anhimmlung einer mittelalterlichen Burgruine nun mit der Suche nach einem Zusammenhang der Dinge und nach Polaritäten, wie für die "romantische Naturphilosophie" etwa typisch, nun gemeinsam? Konstruieren läßt sich schon einiges, vielleicht mystische Religiosität wie sie in der Mittelalterverehrung und dem Weltverständnis von OERSTED und anderen Forschern der romantischen Periode zukamen? Aber religiöse Naturforscher gab es auch in anderen Zeiten und religionskritische lebten auch zur Zeit der Romantik. GOETHE hat in seiner relativ langen Lebenszeit wohl etliche Erscheinungen von "Zeitgeist" miterlebt, und immer auch mehrere gleichzeitig.

Wenn Außenfaktoren mitbestimmten oder gar determinierten, was innerhalb der Naturwissenschaften an Ideen aufkam, dann konnte angenommen werden, daß die von KUHN beschriebenen **Paradigmenwechsel** wenigstens teilweise auf außerwissenschaftliche Einflüsse zurückzuführen waren und nicht eine nur innerwissenschaftliche Angelegenheit darstellten, wie es KUHN selbst nahelegte (W. BÜCHEL 1975, S. 88).

Die angeblichen Gemeinsamkeiten einer Epoche in ihren verschiedensten Bereichen erweisen sich bei mehr analytischer Betrachtung oft wohl als konstruierter, als man zunächst annimmt. Was ist beispielsweise die Gemeinsamkeit in den verschiedenen Gesellschaftsbereichen in der Renaissance? Während die Wissenschaften sinnvollerweise an die Antike anknüpften, hat ein Gebäude der Weser-Renaissance in Nordwestdeutschland wohl kaum Ähnlichkeiten mit Bauten der klassischen Antike. Zweifelhaft dürfte auch sein, was in Landschaftsgemälden der Romantik nun mit den Auffassungen der "Romantischen Naturphilosophie" wirklich gemeinsam ist. Es sind zeitgleiche, aber verschiedenartige Bereiche, mit denen eine Verknüpfung leicht zu Willkür führt.

Behauptungen über kulturelle und sonstige "gesellschaftliche" Einflüsse auf den Inhalt und die Akzeptierung wissenschaftlicher Hypothesen und Theorien erscheinen oft **unbewiesen**, nicht verifiziert. Gab es irgendwo Koinzidenzen, wurden sie gern vorschnell als ein allgemeingültiges Prinzip angesehen. Gelehrte, deren Ideen auf äußere Einflüsse, auf den "Zeitgeist" zurückgehen sollten, haben das selbst kaum reflektiert, haben das jedenfalls subjektiv so nicht empfunden. Ein Ausspruch wie der von PASTEUR, daß die Widerlegung der Urzeugung eine Niederlage für den Materialismus wäre, findet man äußerst selten. Der Mediziner R. VIRCHOW hat nicht gesagt, daß er als ein "Kleinbürger" eine möglichst "kleinbürgerliche" Zellentheorie entwickeln wollte, so wie der Medizinhistoriker E. ACKERKNECHT (1957) VIRCHOW zuschrieb, daß seine Zellentheorie dem kleinbürgerlich-liberalen Denken seines Schöpfers entspreche, es zum Ausdruck bringt, indem die weitgehend autonomen Zellen des Organismus den sich autonom fühlenden Bürgern von VIRCHOWs Gesellschaftsideal entsprechen. VIRCHOW war aber nicht fremd, Politik in die Medizin zu tragen, auch als Metapher, und auf in der Gesellschaft liegende Wurzeln etwa von Infektionskrankheiten zu verweisen. Bei DARWIN wird man selbst in Briefen vergeblich nach Zeugnissen suchen, die einen Einfluß irgendwelchem "gesamtgesellschaftlichen Denken" auf seine biologische Evolutionstheorie bewiesen. Gewiß kann man sagen, daß auch die Künstler selten reflektieren, was denn an Zeitproblemen auf welchem Wege in ihr Werk, ihre Emotionen, eingingen.

### **Ansichten über die Abhängigkeit grundlegender wissenschaftlicher Begriffe vom Gesamtdenken einer Epoche**

In einzelnen wurde etwa behauptet, daß auch die **grundlegenden Kategorien wissenschaftlichen Denkens**, so der Begriff des "Naturgesetzes", und ebenso die großen Wandlungen im wissenschaftlichen Denken "gesellschaftlich determiniert" sind, etwa von der Welt - und Rechstauffassung einer Periode abhängen, so gemäß den Historikern und Geschichtsphilosophen FRANZ BORKENAU (1932 / 1973), HELMUTH PLEßNER (1928), EDGAR ZILSEL (1942 / 1976), in neuerer Zeit W. BÜCHEL 1975 und W. KROHN 1976.

ZILSEL formulierte recht vorsichtig (1942 / 1976, S. 97): "Der Mensch scheint geneigt zu sein, die Natur nicht allein nach den Bedürfnissen, sondern nach dem Muster der Gesellschaft zu interpretieren." ZILSEL (ebenda, S. 97) meinte aber auch, daß die "Ideologie" einer Zeit stark **von vergangener Ideologie abhängt**, also ein historisches Moment für die Ideen einer Zeit ebenso wichtig ist wie der gegenwärtige Zeitgeist. Die Theologie des Mittelalters erscheint so als Nachwirkung der einstigen jüdischen Gesellschaft, nicht allein also als Ausdruck der gesellschaftlichen Zustände des Mittelalters. "Ideologien", mußmaßt ZILSEL, "sind extrem konservativ. Sie können niemals durch gegenwärtige Bedingungen allein erklärt werden, sondern spiegeln auch die gesamte Vergangenheit". Das relativiert die gesellschaftlichen Bedingtheit der Naturinterpretation doch relativieren. Daß auch der sich so "modern" gebärdende Marxismus-Leninismus alte Elemente massenweise enthielt, zeigt das Studium mancher naturwissenschaftlicher Werke der "romantischen Naturphilosophie", die bei ENGELS fortlebte, als sich die Naturwissenschaftler davon getrennt hatten.

Ausgeprägter formulierte BORKENAU (1932 / 1973) Beziehungen zwischen dem **allgemeinen Denken in einer Epoche und der** Herausbildung grundlegender Ideen in der **Wissenschaft**. Für BORKENAU war der "Wandel des Naturbildes" im Laufe der historischen Entwicklung "nur durch den Wandel des allgemeinen Weltbildes ganz zu verstehen". Das allgemeine Weltbild sollte wiederum nicht von den Erfahrungen im Produktionsbereich bestimmt werden, sondern auch von den akzeptierten "allgemeinen Kategorien" im Denken einer Gesellschaft (z. T. zitiert aus H. GROSSMANN 1935). Das **mechanistische Weltbild** des 17. und teilweise des 18. Jh. sowie die **Quantifizierung** in der Naturwissenschaften betrachtete BORKENAU als den "wissenschaftlichen



Ausdruck" grundlegender Vorgänge in der **Manufakturperiode**. Die Reduktion der Arbeitsqualitäten auf vergleichbare Arbeitsquanten, mit der Entlohnung nach Stückzahl, soll notwendiger Hintergrund für die quantitative Betrachtung in den Naturwissenschaften gewesen sein. Qualitative Stoffunterschiede wären in dieser Zeit von geringerer Bedeutung gewesen, weshalb chemische Betrachtungen zunächst keine große Rolle spielten. DESCARTES etwa sollte von der technischen Entwicklung in der Manufakturperiode beeinflusst und beeindruckt gewesen sein.

Der Begriff des "**Naturgesetzes**" und das Verständnis für seine Bedeutung standen etwa nach E. ZILSEL (1976; auch W. BÜCHEL 1975, S. 75) in Zusammenhang mit der Auffassung, daß Gott den Naturmächten Gesetze auferlegt habe. Diese Auffassung aber wurde nur möglich in Gesellschaften mit entfaltenen Gesetzssystemen. Der Gedanke des göttlichen Gesetzgebers wurde auf den babylonischen Bereich zurückgeführt. Bei den Griechen wurde der Gedanke der Naturnotwendigkeit kaum mit "nomos" (Gesetz), sondern eher mit "logos" (Satz, Lehrsatz) in Verbindung gebracht. ARCHIMEDES behandelte die nach ihm benannten "Naturgesetze", das "Hebel-Gesetz", optische Reflexion und Auftrieb in Flüssigkeiten, als "mathematische Prinzipien" (W. BÜCHEL 1975). Bei den Stoikern hat dann die "Gesetzes-Metapher" eine gewisse Rolle gespielt, und zwar, wie E. ZILSEL (1942 / 1976) annahm, weil der Stoizismus einer Zeit angehörte, da in der alten Welt neue Monarchien und somit Gesetzgeber hervortraten. ZILSEL zitiert den ZENO-Schüler KLEANTHES, der in seinem Hymnus an Zeus dreimal das "Gesetz" erwähnt, nach dem der Fürst der Natur das Universum steuert. In der sehr lose organisierten feudalen Sozialstruktur des Mittelalters dann galten die grundlegenden Normen als Selbstverständlichkeiten und die fürstlichen Dekrete betrafen eher die Gewährung von Privilegien als die Festsetzung von Gesetzen. Mit dem Überraschenden, dem "Wunder" wurde gerechnet. Auf dem mittelalterlichen "soziologischen Hintergrund" sollte daher "die moderne Auffassung eines entwickelten Systems rational erfaßbarer Naturgesetze nicht erwachsen" (W. BÜCHEL 1975, S. 77) sein können. Der Begriff des "Gesetzes" in der Natur erscheint daher erst im späten 17. Jh. Nachdem GALILEI und KEPLER regelhaft auftretende Phänomene beschrieben, tauchte der Terminus "Gesetz" DESCARTES und NEWTON, also im ausgebildeten Absolutismus, auf. BORKENAU hatte zusammengefaßt (1932 / 1973, S. 367): "Immer ist die Idee der Naturordnung ein Reflex der realen Gesellschaftsordnung. Im Mittelalter ist

das Recht grundsätzlich auf Zusammenordnung von Individuen und individuell bestimmten gesellschaftlichen Gruppen zu einer ständischen Hierarchie abgestellt. Daher trägt auch das Naturgesetz bei Thomas nicht den Charakter formeller Allgemeingültigkeit. ... In der ersten Periode der kapitalistischen Gesellschaft ist das Gesetz noch immer Machtspruch eines Herrschers, jedoch, da dem Ziel der Berechenbarkeit unterworfen, unabdingbar und allgemein. Inhaltlich muß es bestimmte gleich zu erörternde bürgerliche Grundbegriffe verwirklichen. Daher wird auch die Natur zu einem Bereich formaler allgemeingültiger Gesetze, die von Gott erlassen sind".

Die **Aufklärung** als Geistesrichtung entstand nach KARL MANNHEIM (1929) als Ausdruck einer Geistes- und Seelenhaltung, die der "kapitalistischen Konstellation" am ehesten entsprach. Auch die "atomisierende, sphärentrennende Denkweise" entsprach nach MANNHEIM (1924, S. 15) "einer sozialen Struktur, die eine maximale Auflösung der gesellschaftlichen Bindungen bedeutete und eine Wirtschaft der liberalistische freigelegten, atomisierten Einzelkräfte aufwies..." Mit Blick auf das **20. Jh.** meinte dann MANNHEIM, daß "die gegenwärtige Wendung zur Synthese, zur Totalitätsforschung ein reflexives sich Durchsetzen einer Kategorie, die auch existentiell unsere soziale Wirklichkeit kollektivistischer gestaltet."

Behauptet wurde auch, daß **die Unterklasse zu einer realistischen Erkenntnistheorie neigt**, zu der Auffassung, daß die Gegenstände unserer Erkenntnis von dem erkennenden Subjekt unabhängig sind. In ihrer harten Arbeit, so wurde argumentiert, würden sie täglich erleben, "wie die erkannte Welt mit ihrer Eigengesetzlichkeit sich dem Willen des Menschen entgegenstellt" (W. BÜCHEL 1975, S. 124). Die Angehörigen der Oberklasse neigten dagegen zu den Erkenntnisauffassungen mit starker Betonung der Subjektivität, nach denen der Gegenstand der Erkenntnis erst vom Menschen "konstituiert" wird, daß somit a priori-Kategorien das Erkennen bestimmen. Diese Neigung der Oberklasse zu solcher Auffassung von der Erkenntnis soll daher rühren, daß sie nur zu planen und zu befehlen brauchten, um ihre Gedanken Wirklichkeit werden zu lassen. Der den Gedanken entgegenstehende Widerstand würde von den gehorchenden Untergebenen gebrochen. Im Laboratorium des Chemikers mußte diese Auffassung allerdings wohl an Grenzen kommen. Schon zu MACHIAVELLI's Zeiten im 16. Jahrhundert gab es

immerhin das Sprichwort, daß man im palazzo anders denke als auf der piazza (s. K. MANNHEIM 1929 b).

Wegen der "vollkommen" geänderten Situation in der Gesellschaft vom 19. Jh. zum 20. Jh. wären nach mancher Ansicht die herrschenden **Grundprinzipien in den exakten Naturwissenschaften**, so in der Physik, ausgewechselt worden. Als Ausdruck des Bruches mit dem liberalen 19. Jh. gegenüber dem von den "Massen" bestimmten 20. Jh. wäre "die streng deterministische Kausalität, welches jedes einzelne Geschehen absolut genau definierte, durch die statistische Kausalität, welche nur noch das wahrscheinliche Verhalten großer Massen determiniert, ersetzt worden."

Daß selbst ein sich sehr unabhängig dünkender und gebärdender Wissenschaftler wie ALBERT EINSTEIN von offensichtlichen Außeneinflüssen, Ideen namentlich etwa einhundertjähriger Vergangenheit, beeinflußt wurde, machte der EINSTEIN-Biograph GERALD HOLTON (1998) wenigstens wahrscheinlich. EINSTEIN strebte nach einer Einheit der Dinge umfassenden Weltbild auf, und das führte HOLTON auf den Einfluß GOETHEs und des seinerzeit GOETHE wirkenden Spinozismus zurück. EINSTEIN schrieb in diesem Geiste auch Hymnen auf das Konzept der Einfachheit als Führer in der Wissenschaft, sprach von seiner Überzeugung der strikten NEWTONschen Kausalität und Vollständigkeit in der Beschreibung der Naturphänomene, stand kritisch zu BOHRs probabilistischem Universum. Gemäß HOLTON hätte also ein **zurückliegender Zeitgeist**, vermittelt durch Bildung, nachgewirkt. Ähnliches fände man wohl auch bei den an den klassischen Autoren gebildeten Gelehrten der Renaissance.

### **Der Einfluß grundlegender, die Zeitalter bestimmender Ideen in einzelnen Wissenschaften**

Für einzelwissenschaftliche Aussagen in den Naturwissenschaften lag die Beziehung zu einem allgemeinen, in der Gesellschaft vorherrschenden Denken weniger nahe, da gerade für die Aussagen in der Mathematik und den Naturwissenschaften sich eher "**Immanenz**" (K. MANNHEIM 1925, S. 579) **anbot**, also die Herleitung jeder neuen Frage aus vorangegangenen Aussagen, mit fast logischer Notwendigkeit zu ergeben schien. Von der Phlogiston-Theorie zur Sauerstoff-Theorie, von der Benutzung der Waage für chemische

Untersuchungen zum Gesetz der konstanten und multiplen Proportionen und über Isomerie, Wertigkeit, Strukturdenken wurden nach Überzeugung wohl von jedem Chemiker die Auffassungen von der Konstitution chemischer Verbindungen bis zum Ende des 19. Jh. entwickelt.

Aber diese rein innerwissenschaftliche Immanenz der Auffassungen wurde auch für manche Aussagen innerhalb der Fachdisziplinen bezweifelt. Auch die Zoologen und Botaniker wußten, daß die Pflanzenfresser von den Raubtiere gefressen werden, daß zahllose Insekten die Pflanzen vertilgen, aber gemäß der noch religiösen Auffassung des Weltganzen sah man insgesamt in der **Natur "Harmonie"**, gestört durch unvermeidliche Übel der immer noch besten aller möglichen Welten. Der junge LINNÉ in Lappland bewunderte daher dort einerseits die Anpassungen der Dasselfliegen an das Leben in der Haut der Rentiere und sieht andererseits die Schmerzen der gequälten Kreatur, ohne nun die Welt zu verfluchen. In der Natur suchte ROßMÄßLER noch um 1860 Erholung und Erbauung von der weniger angenehmen Menschenwelt. **DARWINs Selektionstheorie** wurde kaum zufällig gerade im "geistigen Klima" im England der Mitte des 19. Jh. erarbeitet und akzeptiert, im "victorianischen Zeitalter" mit seinem für die Wirtschaft anerkannten liberalistischen Denken, wonach aller Fortschritt auf den freien Wettbewerb, den ungehemmten Konkurrenzkampf zurückgeführt wurde, der immer großartigere Sieger und elende Verlierer hervorbringt. Nicht mehr das "Harmonische" wurde nunmehr betont, sondern die Natur erschien als ein großes Schlachthaus - was aber echte Naturfreunde vom Naturgenuß nicht abhielt. Der Philosoph und Historiker der Naturwissenschaften ADOLF MEYER-ABICH (1893 - 1971) (1963) suchte für die **Biologie** insgesamt nachzuweisen, daß die grundlegenden Ideen einer Fachdisziplin in bestimmten Perioden der Geschichte entstanden und vorherrschten und dann durch grundlegende andere Ideen abgelöst wurden. Das Evolutionsdenken wäre für das 19. Jh. typisch gewesen und rage nur noch als Überbleibsel dieser Zeit in das 20. Jh. hinein. Die "Phylogenie", heißt es, "entstand im vergangenen, auch "historisch" genannten Jahrhundert aus dem Geiste der Romantik und der Entwicklungslehre, während die Ökologie ein Produkt unseres eigenen sozialen zwanzigsten Jahrhunderts ist" (s. auch S. 263). Dem "Geiste unseres sozialen zwanzigsten Jahrhunderts entsprechend" wären nun innerhalb der Biologie jene biologischen Disziplinen in den Vordergrund getreten, "die ökologisch-soziologisch orientiert sind" (S. 6). Von wirtschaftlicher Situation und ökonomischen Bedürfnissen ist die Rede nicht.

Die Ökologie hat übrigens die Phylogenie nicht etwa überflüssig gemacht, sondern nur wesentlich ergänzt..

RUDOLF VIRCHOWs Ansicht vom "**Zellenstaat**", die er namentlich in seinem Hauptwerk "Die Cellularpathologie" 1858 niederlegte, wurde vom Medizinhistoriker E. ACKERKNECHT 1957 als Ausdruck von VIRCHOWs kleinbürgerlich-demokratischem Ideal gesehen. VIRCHOW habe "objektiv im menschlichen Körper eine Situation" beschrieben (S. 36), "für die er politisch kämpfte und die er in der Gesellschaft als "natürlich" betrachtete ..." Den Körper des Menschen sah er als "freien Staat gleichberechtigter Einzelwesen", als einen Zellen"bund", und für den "Dritten Stand" der Zellen im Körper habe er gekämpft. Gemäß ACKERKNECHT war es kein Zufall, daß die Idee, das Konzept von den vielzelligen Organismen als einer Gemeinschaft relativ selbstständiger, auch spezialisierter Elementareinheiten, eben der "Zellen", in etwa den gleichen Jahren aufkam, als Männer wie VIRCHOW in Deutschland die Schaffung eines "demokratischen Gemeinwesens" anstrebten. VIRCHOW selbst betrachtete allerdings von früheren Medizinern aus politischen Motiven gezogene Parallelen zwischen politischen, wissenschaftlichen und biologischen Phänomenen kritisch. STAHLs als "Animismus" bezeichnete Auffassung von einer das Körpergeschehen lenkenden "Seele" um 1700 sah VIRCHOW jedoch als Reflex auf den Monarchismus dieser Zeit (zitiert nach E. ACKERKNECHT 1957, S. 35). Der Historiograph Symbioseforschung in der Biologie, JAN SAPP, nannte 1994 die "Zelltheorie" ebenfalls eine "soziale Theorie" wegen ihrer Vergleiche mit dem Menschenstaat. und die Vorstellungen vom **Mutualismus** bei JOSEPH VAN BENEDEN gelten ihm als auf soziopolitischem Grunde entstanden, weil Vergleiche mit menschlichen sozialen Relationen gezogen werden. Daß die rein biologische Theorie von der symbiontischen Entstehung der Eukaryontenzelle aus einst freilebenden Organellen lange angelehnt wurde, führte SAPP darauf zurück, daß die nationalsozialistische These von der Unterordnung der Individuums unter das Volksganze abgelehnt wurde und auch als Folge des "Kalten Krieges" mit seinem Gegensatzdenken.

In der **Erdgeschichtsforschung** wurde CHARLES LYELLs Ablehnung der "Katastrophen" in der Erdgeschichte und seine Annahme immer gleicher Zustände über wenig gestörte Jahrmillionen, also seine Auffassung des "Uniformitarismus" oder "**Aktualismus**", als die Geologie des victorianischen Zeitalters, mit seiner relativer Sekurität für die englische Oberschicht und deren

berechtigtem Vertrauen in die bestehenden politischen Verhältnisse bezeichnet. Das liberale Wirtschaftsdenken mit seiner Befürwortung der rücksichtslosen Konkurrenz war der Hintergrund für die Entdeckung der **Selektion in der Natur**, und nach DARWINs eigenem Zeugnis wurde über Konkurrenz und Selektion allgemein gesprochen. In seinem Notebook II (MS, p. 177) notierte er: "Scarcely any novelty in my theory, only slight differences, the opinion of many people in conversation" (Zit b. G.DE BEER 1962, S. 332).

### **Vorstellungen über Beziehungen zwischen wirtschaftschaftlichen sowie politischen Machtinteressen in der Gesellschaft und Aussagen in den Wissenschaften**

Härter und bestimmter meinten namentlich linke Wissenschaftsphilosophen, daß nicht allein ein irgendwie aufgekommener "Zeitgeist", sondern handfeste **wirtschaftliche und machtpolitische**, auch den "Zeitgeist" prägende **Interessen** bestimmen, was in den Wissenschaft, auch in den Naturwissenschaften gesagt wird. Im engeren Sinne ist das marxistische Vorstellung, daß die Ökonomie, die Wirtschaft, die "Basis", den "Überbau", damit alles Denken und auch die Wissenschaft, möglicherweise selbst die Erfindungen, bestimmt. Die Aussagen in der Wissenschaft, oder wenigstens viele von ihnen, sollten gemäß der "Frankfurter Schule" der Soziologen an ein **"erkenntnisleitendes Interesse"** gebunden sein. Hinter aller Wissenschaft sollten "allein gesellschaftliche Mächte" (N. BISCHOF 1993) wahrgenommen werden. Manchmal wurde es bereits als "marxistisch" betrachtet, wenn Förderung oder Vernachlässigung der Wissenschaften oder bestimmter Gebiete sich auf materiell-wirtschaftliche Herrschaftinteressen zurückführen ließen. Im strengeren Sinne sollten auch die Problemstellungen und auch die Hypothesen und Theorien Ausdruck externer wirtschaftlicher Interessen sein. Eine Rückwirkung des Überbaus auf die Basis war auch im Gespräch, jedoch eher zaghaft. Wie etwa GOTTFRIED SALOMON (S. 411) 1926 meinte, wurde diese Rückwirkung - bei den Marxisten - jedoch oft verkannt und nur der Einfluß von der Gesellschaft auf die Wissenschaft als marxistisch betrachtet.

Es gehört sicherlich zu den bleibenden Verdiensten der "Lehre" von MARX, ENGELS und ihren Anhängern, daß sie die **Abhängigkeit auch der Denkinhalte von Machtinteressen** der maßgebenden und Einfluß ausübenden Kreise - im Anschluß an PARETO würde man sagen "Eliten" - betonten. Die

dadurch ausgelösten Diskussionen waren, wenn sie denn stattfinden durften, sehr interessant. MARX und ENGELS und andere boten eine völlig neue Hypothese, die **Entstehung neuer Ideen**, neuer Hypothesen bis hinein in die Naturwissenschaften **kausal zu erklären**. Wissenschaftszweige wie die Wissenssoziologie und auch die Wissenschaftssoziologie entstanden aus diesem Ansatz. Die Geschichte wurde nach marxistischer Ansicht vom Klassenkampf bestimmt. Der Inhalt wissenschaftlicher Theorien, überhaupt **wissenschaftliche Aussagen**, auch die der Naturwissenschaften, sollten "**Klasseninteressen widerspiegeln**".

In Nordamerika mit seinen Rassenproblemen hatte, wie schon im 18. Jh. auffiel, die Hypothese von der unabhängigen Entstehung der Menschen"rassen" stets mehr Anhänger als in Europa, und die Anhänger dieser Autochthonen-Hypothese machten, wie CONDORCET bemerkte, "die Natur selbst zum Komplizen des Verbrechens der politischen Ungleichheit" (zitiert in: S. J. GOULD 1988, S. 15). In Europa hat schon kurz nach 1900 die angebliche Klassengebundenheit vieler wissenschaftlicher Aussager niederländische Astronom ANTONIE PANNEKOEK gelehrt. Der aus der bäuerlichen Mittelklasse stammende PANNEKOEK befaßte sich neben seiner Tätigkeit als Geodät und Astronom mit der sozialistischen und marxistischen Theorie, wurde 1905 Lehrer der marxistischen Theorie an der sozialistischen Parteischule in Berlin und später in Bremen. Er stand in Opposition zu dem wachsenden Opportunismus in der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands. Er gewann durchaus außerdem einen beachtlichen Ruf in der Astronomie, auch in der Geschichte der Sternenkunde. Im Jahre 1914 (S. 13) schrieb er: "Denn der Klassenkampf ist es, der die Geister der Menschen am gewaltigsten erregt und ihre Herzen erfüllt" (M. MINNAERT 1974). Im Jahre 1914 legte A. PANNEKOEK in einem Vortrag "Marxismus und Darwinismus" dar, daß DARWIN die Anregung zu seiner Selektionstheorie aus den Auffassungen über den kapitalistischen Konkurrenzkampf entnahm. Der dann von DARWIN geschaffene "Darwinismus" war nach PANNEKOEK (1914, S. 15) für die Bourgeoisie in etlichen Ländern, wo sie noch um die Macht kämpfen mußte, "eine Waffe...in ihrem Kampfe gegen die feudalen Klassen, Adel, Geistlichkeit und Fürstentum". Daß in England selbst der Darwinismus nach PANNEKOEKs Auffassung eine "Gelehrtentheorie" blieb und dort nicht als "Waffe im Klassenkampf" verwendet wurde, bewies ihm, daß dort diese Waffe nicht mehr so benötigt wurde, weil hier ein Kompromiß zwischen der herrschenden

Bourgeoisie mit den anderen führenden Klassen und dem Königtum zustande gekommen war. geschlossen wurden und die Bourgeoisie herrschte. Anders in Deutschland, wo um 1860, als DARWINs Theorie erschien, die Bourgeoisie vor einem neuen Kampf gegen Absolutismus und Junkerherrschaft stand und: "An der Spitze der liberalen Bürgertums stand die Intelligenz, die sich noch stärker als das Bürgertum selbst durch die rückständigen Verhältnisse eingengt fühlte und den geistigen Kampf mit um so größerem Lärm führen mußte, je zaghafter die Bourgeoisie sich im politischen Kampfe zeigte." Damit sah man in HAECKEL mit seinen allgemeinverständlichen Schriften den Repräsentanten der Biologie der Zeit. Den Sieg im Daseinskampf sicherte der Besitz von Kapital und nicht Tüchtigkeit, was durch den Sozialdarwinismus verdeckt werden sollte, der den ärmeren Schichten einredete, nicht zu Höherem geboren zu sein. Schließlich hätten jedoch auch in Deutschland sich die herrschenden Klassen politisch einander genähert und konnte auf die Waffe "Darwinismus" zunehmend verzichtet werden, "während die reaktionär-christliche Richtung, die dem Volke die Religion erhalten wollte, immer mächtiger und frecher auftrat" (1914, S. 17). Die christliche Religion erschien wieder als die verlässlichere Ideologie als die DARWINsche Lehre. Das aber wurde für PANNEKOEK der Grund, daß etwa angesichts der neuen Mutationstheorie von DE VRIES der gesamte Darwinismus in Zweifel gezogen wurde und "reaktionäre" Gelehrte auf geheimnisvolle geistige Prinzipien, so eine nicht weiter erklärbare innere Zielstrebigkeit der Lebewesen, zur Erklärung der Lebensentfaltung in der Erdgeschichte gesetzt wurde.

Daß der russische Gelehrte und Gesellschaftskritiker KROPOTKIN die "gegenseitige Hilfe" im Tierreich gegen die Selektion betonte, führte PANNEKOEK auf den in Rußland noch unentwickelten Kapitalismus und das Fortbestehen der Dorfgemeinschaft zurück, was die Vorstellungen der russischen Gesellschaftskreise beeinflusste. "Der Mensch", meinte PANNEKOEK "sieht immer die Natur durch die Brille seiner eigenen gesellschaftlichen Verhältnisse" (Fußnote S. 27). Auch PANNEKOEK meinte wie KROPOTKIN, daß innerhalb von Tier-Herden kein Daseinskampf stattfindet, in diesen Herden der Schwache geschützt wird und das dem Überleben einer Art nicht schadet. Der Mensch hätte Affen zu Vorfahren, die in Herden lebten und für den Menschen wäre auch von daher der Kampf jeder gegen jeden eine der Natur widersprechende Annahme. Ansonsten war PANNEKOEK der wohl annehmbaren Ansicht, daß es überhaupt keine mehr oder weniger "naturgemäße" Gesellschaftsordnung gibt oder geben kann, da die



Menschengesellschaft eben nicht nur Natur ist. Gemäß PANNEKOEK Äußerungen von 1914 (S. 15) war er wohl letztlich der Ansicht, daß offenbar die gesamte Naturwissenschaft als eine ideologische Waffe der Bourgeoisie betrachtet werden, mit der sie den an die Religion gebundenen feudalen Klassen den Garaus zu machen suchte.

Auffassungen über die **angeborene und damit unveränderbare Ungleichheit der Menschen** mußten bei denen Interesse finden, die sich als die dauernde Elite fühlten und andere Völker und Menschen als ihre Untergebenen betrachteten. Als der etwa 30-jährige ERNST HAECKEL als noch junger Professor in Jena in Vorträgen (1865) behauptete, daß die einzelnen Menschen-"Arten" sich unterschiedlich weit von den äffischen Vorfahren entfernt haben und daher ganz unterschiedliche Kulturfähigkeit besitzen, dabei die ihm völlig unbekanntes Papua besonders stark abwertete, hatte er in verhängnisvoller Weise Dinge ausgesprochen, die zu den schwerwiegendsten in der Wissenschaft gehören. Er hatte sich mit dem Leben und der Kultur anderer Völker dabei so gut wie nicht befaßt, berichtete in wissenschaftlich klingender Weise vom Hörensagen. Andererseits war dieser noch junge Mann kaum von jemandem direkt zu solchen Aussagen korrumpiert worden, denn Deutschland war noch keine Kolonialmacht. HAECKEL hat aber auch nicht umgelernt, als eine Expedition des Zoologen OTTO FINSCH (1888) über das wirkliche, auch von Kultur geprägte Leben der Papua berichtete und HAECKEL vom Anthropologen R. VIRCHOW kritisiert wurde. Von der erblichen Ungleichheit der Menschen sprach aber etwa 1914 auch der führende Genetiker WILLIAM BATESON und bedauerte, daß vom Standpunkt der Demokratie die Differenzierung der Gesellschaft als "evil" betrachtet würde, aber vom Standpunkt der Evolutionstheorie und der Genetik wäre das "essential". Das aber nur als Beispiel für andere, die bedeutende Genetiker waren und ähnliches behaupteten, abgesehen von allen, die das als Amateure immer wiederholten.

Die Betonung von Ungleichheit der **Menschen**, Abwertung anderer Völker und "Rassen" konnte **Herrschaft über** die angeblich schlechteren begründen. Bereits den iberischen Konquistadoren von Amerika mußte es schon recht gewesen sein, wenn für sie auf die auch von AUGUSTINUS und THOMAS VON AQUINO vertretene Lehre verwiesen wurde, daß die Ordnung der Natur so beschaffen sei, daß die Materie der Form gehorchen müsse, der Körper der Seele, die Tiere den Menschen, das Unvollkommene dem Vollkommenen, das Minderwertige dem Höherwertigen und demgemäß die als barbarisch,

ungebildet und schon wegen angeblichem Kannibalismus als unmenschlich gesehenen Indios sich den besseren Europäern fügen müßten (D. DECKERS 1994, S. 361). Auch die Auffassungen der **Soziobiologie** und von Teilen der **Verhaltensforschung** wurden als von in den westlichen Demokratien herrschenden Klassen und Gruppen "interessengeleitet" verdächtigt. Der US-amerikanische Evolutionsbiologe STEPHEN JAY GOULD meinte (1988, S. 15), daß der "biologische Determinismus" für die "herrschenden Gruppen von so eindeutigem Nutzen ist", daß er in einem politischen Kontext entstand.

Von "Klasseninteressen" bestimmt wurden die Ansichten über die "**Vererbung erworbener Eigenschaften**" gesehen. Darunter wurde verstanden, daß während des Lebens eines Individuums bei ihm angeblich neu aufgetretene Eigenschaften an die Nachkommen vererbt werden. Über das "Neuauftreten" von Eigenschaften gab es aber keine klaren Vorstellung, was lange nicht erkannt wurde. Wenn hellhäutige Europäer in sonnenreiche Länder übersiedelten, bräunte sich bei vielen, aber nicht bei allen, die Haut. Das erscheint zwar als "neu, ist aber eine erblich angelegte Reaktion. Wirklich "neu" waren Verletzungen, etwa Verluste von Gliedmaßen. Auch das sollte nach öfters geäußerter Ansicht vererbt werden. Einst wurde diese "Vererbung erworbener Eigenschaften" unbesehen geglaubt, und sollte die Evolution erklären. Vertreten wurde die "Vererbung erworbener Eigenschaften" auch vom marxistischen "Klassiker" FRIEDRICH ENGELS (1820 - 1895), so in dessen zu dessen Lebzeiten nie als druckreif erklärtem Manuskript über den "Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen.", niedergeschrieben 1876. niedergeschriebene Arbeit zu Lebzeiten nicht veröffentlicht. Er betrachtete sie wohl gar nicht als druckreif. Im einzelnen meinte ENGELS, der kein Biologe war, etwa: "Nur durch Arbeit, durch Anpassung an immer neue Verrichtungen, durch Vererbung der dadurch erworbenen besonderen Ausbildung der Muskel, Bänder und in längeren Zeiträumen auch der Knochen, und durch immer erneuerte Anwendung dieser vererbten Verfeinerung auf neue, stets verwickeltere Verrichtungen hat die Menschenhand jenen hohen Grad von Vollkommenheit erhalten, ...", um große Gemälde und andere Kunstwerke hervorzubringen. Die Umbildung des Kehlkopfes von Affen in das menschliche "Sprechwerkzeug" sollte erfolgt sein, weil: "Das Bedürfnis schuf sich sein Organ." In den ebenfalls ENGELS nur zur Selbstverständigung dienenden Notizen und Fragmenten zur "Dialektik der Natur" schrieb er "Über die Urbilder des Mathematisch-Unendlichen in der wirklichen Welt", und meinte

hier, daß die Einzelerfahrung eines Individuums "bis auf einen gewissen Grad ersetzt werden" kann "durch die Resultate der Erfahrungen einer Reihe seiner Vorfahren. Wenn bei uns z. B. die mathematischen Axiome jedem Kinde von acht Jahren als selbstverständlich keines Erfahrungsbeweises bedürftig erscheinen, so ist das lediglich Resultat "gehäufter Vererbung". Einem Buschmann oder Australneger würden sie dagegen schwerlich durch "Beweise beizubringen sein", denn unter seinen Vorfahren gab es keine Mathematiker. Nur solche Menschen könnten demnach heute höhere Mathematik verstehen, in deren Vorfahrengenerationen lange Mathematik betrieben wurde. hätten. Die Schlußfolgerung müßte sein: Menschen der Tropen, wo niemals großartige Mathematik zu Hause war, brauchten dann ein Mathematik-Studium gar nicht erst aufnehmen. Erst nach Generationen könnten sie europäischen Mathematikern gleichwertig sein! Aber so genau wurde ENGELS meistens nicht gelesen.

Ab 1883 hat AUGUST WEISMANN, Zoologie-Professor in Freiburg, diese "Vererbung erworbener Eigenschaften" für viele Biologen und Mediziner überzeugend **widerlegt**. Nicht akzeptiert wurde diese Widerlegung von vielen Sozialisten. Durch Verbesserung der Umwelt, wie es die Sozialisten wünschten, sollten die Menschen auch in ihren Erbanlagen verbessert werden können. Voraussetzung für diese human gedachte Verbesserung der Menschenumwelt wäre allerdings gewesen, daß schon hochstehende Leute das vornahmen, damit die anderen folgen konnten. Die Bourgeoisie, so wurde WEISMANN und anderen Vererbungsforschern vorgeworfen, würde durch Leugnung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" einen Grund vorgeben, daß die Umwelt der Menschen nicht verbessert werden muß, da es keine Auswirkungen auf die von ihren Erbanlagen bestimmten Menschen habe. Daß man nur in einer menschengerechten Umwelt seine erblichen Fähigkeiten entfalten kann, wurde sicherlich manchmal in der Diskussion zu wenig berücksichtigt. Analphabeten sind nicht erblich zu dazu bestimmt, wenn sie in einer Welt ohne Schulen aufwachsen. Insofern hatte der sozialistische Schriftsteller GUSTAV ECKSTEIN nicht unrecht, wenn er WEISMANN 1909 bescheinigte, daß dessen Zurückweisung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" scharfsinnig, geistreich, die Biologie befruchtend, ja richtig sei, aber WEISMANNs Anhängern vorwarf (S. 702) "darzutun", "daß jede Bemühung, das moralische oder intellektuelle Niveau der Menschheit durch soziale Einrichtungen, durch Besserung der Lebenshaltung oder durch Belehrung zu heben, nicht nur überflüssig, sondern sogar schädlich und verdammenswert ist :..." Die

Soziologen würden gar meinen, "daß die unerbittliche Natur ihr Herz zur Härte zwingt ..." Und Anhänger WEISMANNs haben manchmal die dem Menschen durch seine Erbanlagen angeblich gesetzten Grenzen auch zu eng gesehen, wenn etwa der führende Hygieniker MAX VON GRUBER 1923 (S. 9) meinte, "daß ...die angeborene körperliche und geistige Beschaffenheit den Erfolgen von Erziehung und Unterricht eine unübersteigliche obere Grenze setzt", die bei der Mehrzahl der Menschen leider sehr niedrig gezogen sei. Der Beweis, wie niedrig sie gezogen ist, war deduktiv kaum abzuleiten. Umgekehrte haben dann Anhänger des Sozialismus und Kommunismus die "Vererbung erworbener Eigenschaften" entgegen allen biologischen Argumenten anerkannt und als Teil ihrer Wissenschaft betrachtet. Der österreichische Biologe PAUL KAMMERER betrachtete sein Eintreten für die "Vererbung erworbener Eigenschaften" als Teil seines Engagements für den Sozialismus. KAMMERER warf den Anhängern der "Vererbung erworbener Eigenschaften" 1912 / 1913 vor, daß ihre Auffassung, daß das "Keimgut" auch unter den schlechtesten Bedingungen nicht geschädigt werden kann, nicht anregt, die Bedingungen der in Armut lebenden Menschen zu verbessern, zumindestens nicht rasch zu verändern. KAMMERER klagte an: "... über die Lehre von der Nichtvererbung erworbener Eigenschaften hinweg reichen sich die Reaktionäre in Wissenschaft und Politik die Hand." Im Jahre 1925 (S. X) behauptete KAMMERER: "Mit der Vererbung erworbener Eigenschaften steht oder fällt der fernere menschliche Fortschritt." Im Jahre 1922 meinte etwa auch der spätere kommunistische Dissident KARL AUGUST WITTVOGEL, daß die "bürgerliche" Gesellschaft aus Eigeninteresse die "Vererbung erworbener Eigenschaften" ablehnt. KAMMERERs eigene Versuche an Feuersalamandern und Geburtshelferkröten bestätigten seiner Ansicht nach die "Vererbung erworbener Eigenschaften" experimentell. Seine Experimente konnten aber auch anders interpretiert werden und vor allem wurde er der Fälschung beschuldigt. Das soll zu seinem Suizid im September 1926 geführt haben. Gegen generelle Charakterlumperei bei KAMMERER spricht, daß er sich zum Pazifismus bekannte, als ein solches Bekenntnis keine Karriereerleichterung war. Genetiker wie RICHARD GOLDSCHMIDT (1878 - 1948) und ERWIN BAUR (1875 - 1933) widmeten KAMMERER kein gutes Andenken. Die britische Zeitschrift "Nature" brachte 1926 einen lobenden Nachruf auf KAMMERER und meinte, ihm sei "a lasting place in the memory of biologists" sicher, "even if some points in his papers require further elucidation and are still open to criticism." In der Sowjetunion wurde der "Fall Kammerer" viel diskutiert und zu einem Film von ANATOLI

LUNATSCHARSKI verarbeitet, in dem KAMMERER als im Besitz von Beweisen für die "Vererbung erworbener Eigenschaften" von der bürgerlichen Wissenschaft in Elend getrieben und vom neuen kommunistischen Rußland gerettet wird. Unter STALIN wurden Anhänger der "Vererbung erworbener Eigenschaften" verfolgt, ja umgebracht. Der führende Kulturpflanzen- und Vererbungsforscher WAWILOW endete neben einigen anderen sogar im Gefängnis, WAWILOW gestorben am 26. Januar 1943 im Gefängnis in Saratow. Die sowjetische Biologie mußte auf der "Vererbung erworbener Eigenschaften" aufbauen. In der DDR wurde das an Schulen und auch größtenteils an Hochschulen gelehrt. Um 1956 verkündeten etwa in Gera Schafzüchter, daß sie Schafe nach den Methoden LYSSENKOs, also unter Anerkennung der "Vererbung erworbener Eigenschaften" züchteten und das nicht nur eine biologische, sondern eine "ideologische" Frage sei.

Daß Wissenschaft oft parteilich betrieben wird, ist natürlich offensichtlich. **Historiographie** wurde meistens vom Standpunkt einer bestimmten Macht oder Gruppe geschrieben, in Deutschland auch nach 1871 vom preußischen Standpunkt aus, sodaß viele Geschichtsbücher nicht einmal anderen deutschen Staaten voll gerecht wurden.

### **Schlußfolgerungen und Reaktionen aus der vom "erkenntnisleitenden Interesse" abgeleiteten Außenabhängigkeit wissenschaftlicher Aussagen**

Die Behauptung, daß naturwissenschaftliche Aussagen nicht die Wirklichkeit objektiv wiedergeben, sondern von außerhalb der Wissenschaft liegenden Faktoren nicht nur beeinflußt, sondern bestimmt werden, mußte als Verlust einer großen, die Wissenschaftsethik bestimmenden Illusion empfunden werden. Ein Protestschrei zahlreicher Naturwissenschaftler gegen Zweifel an ihrer Ehrlichkeit hätte erwartet werden müssen, denn wer wollte nur für Machtrechtfertigung arbeiten. Viele forschende Naturwissenschaftler nahmen die übertriebene Darlegung des "erkenntnisleitenden Interesses" an ihren Auffassungen gar nicht oder nur randlich zur Kenntnis, weshalb sie sich von den Diskussionen um ihre Rolle etwa im Dienste des Kapitals wenigstens anfangs gar nicht so beeindruckt ließen. Die Beschuldigung, daß alle naturwissenschaftlichen Erkenntnisse "soziale Konstrukte" sind, wurde eher auf ihre Urheber als "interessengeleitet" zurückgeworfen. Allzu viel Verständnis etwa für Chemie war bei den die Wissenschaft verleumdenden Philosophen

ohnehin kaum erkennbar. Von als "Ignoranten" betrachteten Kritikern ließen sich viele Wissenschaftler nicht beeindrucken. Die Naturwissenschaftler konnten auch darauf verweisen, daß sie immer wußten, daß ihre Hypothesen und Theorien verbessert, erweitert, auch überwunden werden können.

In der Öffentlichkeit und selbst in Wissenschaftlerkreisen wurde der **Ruf der Naturwissenschaft** allerdings durchaus auch **beschädigt**, zumal der Vorwurf nicht zu leistender Objektivität zu Vorwürfen über Waffenproduktion und Umweltzerstörung trat, wobei letztere aber objektive Erkenntnisse zur Voraussetzung hatten. Welchen Aussagen in der Wissenschaft, mußte gefragt werden, könne denn überhaupt vertraut werden?

Wenn anerkannt wird, daß Ideologien den Weg der Wissenschaft wenigstens mitbestimmen, muß umgekehrt jedoch anerkannt werden, daß der für **ideologische Nutzung verfügbare Wissensfond** auch **nicht beliebig** ist. In den einzelnen Zeitaltern und unter den spezifischen Bedingungen standen immer nur bestimmte Auffassungen zur Verfügung, um für ideologische Zwecke genutzt zu werden (s. a. Y. ELKANA 1986). Erst nachdem die Evolutionstheorie und die Genetik in Existenz getreten waren, was aber wiederum nicht ohne zahlreiche Experimente geschah, konnte mit Evolution und Vererbung in ideologischem Interesse jongliert werden.

Es wurde andererseits auch dankend entgegengenommen, daß angesichts der Verdächtigung auf Wahrnehmung ideologischer Interessen der Wissenschaftler gezwungen wurde, über die eigene Arbeit verstärkt nachzudenken. Sozialwissenschaftler wie KARL MANNHEIM sahen in der "Entdeckung" der Ideologiekomponente der wissenschaftlichen Aussagen die Möglichkeit, das Objektive endlich von dem aus ideologischen Gründen Gewünschtem zu unterscheiden, also klarer als vorher die Objektivität von Aussagen einzuschätzen, zu **trennen**, "**was am Gedankengut bloß ideologisch und was wirklichkeitsrelevant sei**" (K. MANNHEIM 1929 b, S. 29). Wirklichkeitsrelevantes war damit anerkannt. Niemand konnte, so lautete ein Argument, es dem Gegner verbieten, auch den Marxismus auf "seine Ideologiehafteigkeit hin zu analysieren" (S. 30) beziehungsweise (S. 86): "Der Soziologe hat keine Veranlassung, die durch den Marxismus gewonnene Einsicht nicht auch auf den Marxismus selbst anzuwenden und auch hier von Fall zu Fall den ideologischen Charakter zu beleuchten." Die Befreiung aus

einer Ideologie hat mancher als Befreiung empfunden. M. SPERBER (1977 / 1994, S. 264) meinte: "Als ich mit dem Kommunismus endgültig, unwiderruflich brach, gewann ich mühelos die Freiheit des Erkennens und des Urteilens wieder." Soziologen der 20er Jahre des 20. Jahrhundert verwiesen darauf, daß "enthüllende Einstellung" "ein Grundzug" der "Zeit" sei (K. MANNHEIM 1929 b, S. 17 ff.), also die früher kaum geübte Suche nach den "erkenntnisleitenden Interessen" der Erkenntnisse zeit- und gesellschaftsbedingt ist. Nach dem Ersten Weltkrieg gäbe es das Gefühl, überall betrogen zu sein. Es würden "die entscheidenden sozialen Polaritäten von einem grundverschiedenen Weltwollen getragen" werden und das ergäbe "auf der geistigen Ebene eine solche Vertiefung und Auflockerung ..." Unter jenen, die in der zweiten Hälfte des 20. Jh. gern auf die Interessen hinter naturwissenschaftlichen Aussagen verwiesen, hat GOULD auch gemeint, daß es ungeachtet aller Einflüsse von außerhalb der strengen Forschung doch "eine faktische Wirklichkeit gibt" und die Wissenschaft trotz Begriffsstutzigkeit und Ziellosigkeit etwas über sie erfahren kann. Wenn LEWONTIN den Darwinismus in seiner seinerzeitigen Form als "British upper middle class activity" in seiner Objektivität in der Natur bezweifelt, dann wird der Evolutionsbiologe zu Recht fordern, daß auch diese Behauptung "require sociological investigation before we can accept them" (A. J. CAIN 1979, S. 601).

Ob eine Aussage richtig oder falsch ist, hängt im übrigen nicht von der Art ihrer Gewinnung zusammen. Wurden Dinge gefunden, weil jemand eine **bestimmte ideelle "Brille" aufgesetzt** hatte, müssen die mit der "Brille" gesehenen Dinge nicht falsch sein. Wenn die DARWINsche Selektionstheorie zur Zeit der Hochkonjunktur des Liberalismus in Abhängigkeit davon entstand und akzeptiert wurde, ist das kein Kriterium für Richtigkeit oder Falschheit der Selektionstheorie für die Erklärung der Organismenentstehung. Es ist hier durchaus interessant, an den Briefwechsel zwischen KARL MARX und FRIEDRICH ENGELS sowie andere Aussagen von Linken über DARWINs Lehre im Jahre 1862 zu denken. Am 18. Juni 1862 schrieb MARX an ENGELS unter anderem: "Es ist merkwürdig, wie Darwin unter Bestien und Pflanzen seine englische Gesellschaft mit ihrer Teilung der Arbeit, Konkurrenz, Aufschluß neuer Märkte, "Erfindungen" und Malthusschen "Kampf ums Dasein" wiedererkenne." Daraus kann abgeleitet werden, auch wenn es nicht ganz so eindeutig zu lesen ist, daß MARX meinte, daß DARWIN den Konkurrenzkampf in die Natur hineingelesen hat. Ähnlich bezeichnete

DÜHRING die Theorie DARWINs nur als ein Stück gegen die Humanität gekehrte Brutalität. Aber ENGELS schrieb hierzu: "So sieht doch jeder auf den ersten Blick, daß man keine Malthus-Brille braucht, um den Kampf ums Dasein in der Natur wahrzunehmen - den Widerspruch zwischen der zahllosen Menge an Keimen, die die Natur verschwenderisch erzeugt, und der geringen Anzahl von ihnen, die überhaupt zur Reife kommen können; ..." Aber mit der Malthus-Brille hat man vielleicht überhaupt gesehen, daß das Leben nicht eitel Sonnenschein und Harmonie ist und der nach Weibchen suchende Frühlingsruf des Kuckucks eine andere Funktion hat als die Erfreung von Menschen. Der Ökonom JOSEPH A. SCHUMPETER (A. SCHÄFER 2008, S. 209) hat gemeint, daß eine gewisses Maß an Ideologie in der Wissenschaft nicht nur immer bestehen bleibt, sondern daß Ideologie zum Segen werden kann, indem es einen Wissenschaftler dazu 'treibe, sich bestimmter Phänomene anzunehmen' und weiter wörtlich: "Obwohl wir wegen unserer Ideologen langsam voranschreiten, würden wir ohne sie überhaupt nicht vorwärts kommen." Immerhin eine interessante Meinung.

Würde nur das in einer Zeit vorhandene "Sein" das "Bewußtsein" einschließlich der wissenschaftlichen Aussagen bestimmen, könnten die Wissenschaftler nichts erkennen, was aus dem gegenwärtigen Zustand hinausblicken ließe, fiel Naturwissenschaft für **Prognostik** aus. In der Ökologie am Ende des 20. Jh. aber wurde zu Recht und auch ohne Rücksicht auf die Verletzung wirtschaftlicher Interessen auf die Folgen verwiesen, die bei weiterer Umweltzerstörung oder gar bei einem Atomkrieg eintreten.

### **Kritik an der angeblichen Außenabhängigkeit wissenschaftlicher Aussagen**

Kritik an der Behauptung von der Außenabhängigkeit der naturwissenschaftlichen Aussagen betraf einmal **Allgemeines**. Bei "Interessenbedingtheit" der wissenschaftliche Aussagen mußte eine ausreichend große Zahl von Menschen existieren, die diesen Aussagen zustimmten. Bei unterschiedlichen "Interessen" jedes Menschen konnte keine vielen gemeinsame Auffassung erwartet werden. Nach welchen Kriterien, mußte man fragen, konnte eine Kritik der Aussagen zustandekommen. Eine Überprüfung an der Objektivität mußte wohl immer wieder versucht werden.



Viel Kritikwürdiges fand sich auch **in den Einzelbehauptungen** über die Externbeeinflussung der Erkenntnis. Wenn BORKENAU die Entstehung der Naturwissenschaften auf die geschäftsmäßig rechnende Welt der Manufakturen zurückführte, setzte HENRYK GROSSMANN 1935 dem entgegen, daß eine kapitalistische Entwicklung in Italien nicht erst im 17. Jh., sondern namentlich bei Betrachtung des Geldkapitals bereits im 12. und 13. Jh. stattfand und sich der Schwerpunkt der kapitalistischen Entwicklung im 17. Jh. schon von Italien wegverlagert hatte. Gerade im 17. Jh., in dem sich die wissenschaftliche Mechanik herausbildete, sah GROSSMANN wirtschaftliche und industrielle Stagnation. Die große Manufaktur-Entwicklung kam für GROSSMANN erst unter COLBERT im Zeitalter LUDWIG XIV., und das waren Staatsmanufakturen, geschützt vor Konkurrenz. Was das Aufkommen des Begriffs des "Naturgesetzes" angeblich auf dem Hintergrund des gesetzsetzenden Absolutismus betrifft, so war im England NEWTONs nach GROSSMANNs Kritik bei weitem nicht so stark wie in Frankreich ausgebildet und hatte sich das Parlament gegen den "Absolutismus" - man könnte allerdings sagen, auf Rechte und damit auf Gesetze pochend. Wie immer der Ablauf der Geschichte war, es wurde gefordert, daß er genau bekannt sein muß, bevor aus ihm auf die Determinierung von Wissenschaft geschlossen werden kann. Wer sollte das leisten? Die Kritik von GROSSMANN darf als grundsätzlich gegenüber vielen Äußerungen über die gesellschaftliche Bedingtheit von wissenschaftlichen Aussagen betrachtet werden, da sich immer wieder zeigte, daß aus den als beweisend angeführten Fakten zugunsten der zu belegenden Ansicht die widersprechenden ausgeblendet wurde. GROSSMANN bezweifelte zudem, daß wirklich die einzelnen Perioden durch immer nur ein Weltbild bestimmt sind, so nicht einmal die mittelalterliche Scholastik. Die einzelnen wissenschaftlichen Disziplinen entwickelten sich auch ungleichmäßig. BORKENAU hat als Berichterstatter im Spanischen Bürgerkrieg (s. 1988, 9) dann immerhin geschrieben: "Der Sozialwissenschaftler ist in der Position des Nachlaßverwalters, der sämtliche Forderungen berücksichtigen muß: Wenn ihm alle Parteien Voreingenommenheit vorwerfen, war es wohl zu allen fair," was ihm nunmehr eher als Tugend erschien.

Daß die Forscher von der "ideologischen" Komponente in ihren Aussagen meistens nicht zu überzeugen waren, versteht sich fast von selbst. So lehnten viele Verhaltensforscher ab, hinter Aussagen des Zoologen und Ethologen KONRAD LORENZ bewußte Verfälschung der Wirklichkeit im Dienste der

Kräfte des Großkapitals zu sehen, wie es behauptet wurde und in eine Abseitsstellung der Ethologie in den bis 1989 von marxistischen Regierungen beherrschten Ländern führte. Der LORENZ-Biograph und -kritiker N. BISCHOF (1993) sprach wohl für viele, wenn er jene verspottete, die meinten, mit Hilfe des Schlagworts vom 'erkenntnisleitenden Interesse' "allerlei geheime Machenschaften gesellschaftlicher Kräfte, vor allem die sinistren Ausbeutungsinteressen des Großkapitals, noch bis in die entlegensten Bekundungen wissenschaftlicher Praxis hinein entlarven zu können meinten." Spott allein war jedoch auch keine Widerlegung.

Daß neue Ansichten in der Evolutionstheorie namentlich aus **innerwissenschaftlichen Gründen** aufkamen, überzeugt wohl mehr als die Gebundenheit jeder Theorie an gesellschaftliche Interessen. Schon 1868 hatte DARWIN mit seiner "Pangenes-Hypothese" stoffliche Elementareinheiten der Vererbung angenommen, was von DE VRIES fortgeführt wurde und fast zwangsläufig in dessen Mutationstheorie mündete. Im Original wurden solche umfangreichen Werke, wie sie DE VRIES schrieb, auch kaum von Nicht-Biologen gelesen. Natürlich hatte auch nicht jeder, der den "Übermenschen" verkündete, NIETZSCHE im Original gelesen.

Selbst bei vielen Marxisten, angefangen bei MARX und ENGELS, wurde die Behauptung von Klasseninteressen wissenschaftlicher Aussagen und der streng ökonomisch bestimmten extern-deterministische Auffassung für den "Überbau" übrigens **niemals konsequent** durchgeführt. Vor allem den Naturwissenschaft wurde oft eine Sonderstellung eingeräumt. Als 1883 ENGELS (1883 / 1962, S. 335) am Grabe von MARX die Traueransprache hielt, erscheint in ihr die Wissenschaft als abhängige Komponente der wirtschaftlichen Entwicklung nicht und es heißt von der Lehre von MARX, "daß also die Produktion der unmittelbaren materiellen Lebensmittel und damit die jedesmalige ökonomische Entwicklungsstufe eines Volkes oder eines Zeitabschnittes die Grundlage bildet, aus der sich die Staatseinrichtungen, die Rechtsanschauungen, die Kunst und selbst die religiösen Vorstellungen der betreffenden Menschen entwickelt haben und aus der sie daher auch erklärt werden müssen - nicht, wie bisher geschehen, umgekehrt". Daß die Menschen zuerst trinken, wohnen und sich kleiden müssen, ehe sie Politik, Wissenschaft, Kunst, Politik usw. treiben können, ist wohl ohnehin fast selbstverständlich, erscheint, wobei die Frage bleibt, wieviel ein von der Sache begeisterter Wissenschaftler trinken und essen muß, ehe er

seine geliebte wissenschaftliche Tätigkeit betreiben kann. Verhungern und Verdursten beendet jede Forschung, mäßiger Lebensstandard hat ihr nicht geschadet. Am 14. Juli 1893 schrieb ENGELS (Zitat aus G. SALOMON 1926, S. 411): "Weil wir den verschiedenen ideologischen Sphären, die in der Geschichte eine Rolle spielen, eine selbständige historische Entwicklung absprechen, so sprächen wir ihnen aus jede historische Wirksamkeit ab. Es liegt hier die ordinäre und undialektische Auffassung von Ursache und Wirkung als starr einander entgegengesetzter Pole zugrunde, das absolute Übersehen der Wechselwirkung; daß ein historisches Moment, sobald es einmal durch andere, schließlich ökonomische Tatsachen in die Welt gesetzt ist, nun auch reagiert, auf seine Umgebung und selbst auf seine eigenen Ursachen zurückwirken kann, vergessen die Herren oft fast absichtlich". Die "Revisionisten" haben dann vollends die "wissenschaftliche Forschung der Klassenbedingtheit enthoben..." (G. SALOMON 1926, S. 387), womit auch die "Sozialisten" wieder bei der Anerkennung der objektiven Forschung waren.

Auch bei anderen Problemen stießen die Sozialisten an die Grenzen ihrer Auffassung. So war gemeint worden, daß mit der Errichtung einer sozialistischen Gesellschaft der Alkoholismus verschwindet, da er in der kapitalistischen Ausbeutung und der wirtschaftlichen Misere der Ausgebeuteten seine Wurzeln hat. Der sozialdemokratische Hygieniker ALFRED GROTHJAHN erfuhr aber, wie er in seiner Autobiographie "Erlebtes und Erstrebtes" schrieb (1932, S. 108): "Die sehr dogmatische Auffassung von der überragenden Wirksamkeit rein wirtschaftlicher Faktoren und die völlige Unterdrückung psychologischer Gesichtspunkte mußten hier besonders auffallen, da die individuellen Unterschiede der einzelnen Menschen in ihrem Verhalten zum Genuß alkoholischer Getränke gar nicht übersehen werden konnten."

Bedeutsame **wissenschaftliche Erkenntnisse**, so über die Folgen von Übernutzung von Ressourcen oder Überbevölkerung, als nur willkürlich zu nehmen, als **rein ideologische Konstrukte** und nicht als objektiv verifizierbar zu betrachten, birgt die riesige **Gefahr, vor allem Unangenehmen**, allem was Lösung verlangt, die Augen **zu verschließen**.

MAX WEBER hat die umgekehrte Sachlage erörtert, daß nicht die Wirtschaft die Religion bestimmt, sondern die **Religion die Art des Wirtschaftens**. Das protestantische und namentlich das calvinistische Arbeitsethos habe zum modernen Kapitalismus geführt hat - was die Wissenschaft einschließen mußte.

### **Wechselnde geographische Lokalisierung der vordersten Forschung**

Wissenschaft wurde in den verschiedensten Territorien und bei den verschiedensten Völkern betrieben, aber in den verschiedenen Perioden ihrer Geschichte **an den verschiedenen Orten mit recht unterschiedlicher Intensität**, was ebenfalls auf Außeneinflüsse auf die wissenschaftliche Entdecker-Tätigkeit schließen läßt. Eine Betrachtung der Wissenschaftsentwicklung wirkt fast, als ob der Stab höchster wissenschaftlicher Erfolge von Land zu Land weitergereicht würde. Nahm Italien in der Renaissance und im 17. Jh. eine Spitzenstellung in den Wissenschaften ein, geprägt allerdings auch durch Einwanderer wie der Anatom ANDREAS VESALIUS aus den spanischen Niederlanden und der Anatom STENO aus Dänemark. Dann waren England, die Niederlande und Frankreich führend. Die skandinavischen Länder holten im 18. Jh. auf. Bei Weiterbestehen bedeutender Wissenschaft in Großbritannien und Frankreich, rückte im 19. Jh. Deutschland vor und im 20. Jh. kam der große wissenschaftliche Aufstieg der USA, wobei gerade hier viele Neueinwanderer aus den verschiedensten Ländern der Welt Spitzenleistungen erzielten. Die Biologie in den USA ging für längere Zeit im 19. Jh. auf die Immigration des aus der Schweiz stammenden LOUIS AGASSIZ zurück. Mit der Einladung an ausländische Gelehrte versuchte Rußland im 18. Jh. aufzuholen. Junge Russen und dann auch Japaner studierten im 19. Jh. in größerer Zahl in den wissenschaftlich fortgeschritteneren Ländern Europas. So wirkten dann in Rußland führende Mykologen und physiologische Chemiker, in Japan Mikrobiologen.

Der materielle Aufwand in vielen Bereichen ist so stark gestiegen, daß große und reiche Nationen eine begünstigte Stellung haben. Kriege, Auswanderung oder politische Behinderung der Forschung zerbrachen wissenschaftliche Traditionen.

### **Die Wissenschaft in ihrem intellektuellen Einfluß auf die Gesellschaft**

Wurde die Wissenschaft also von Einflüssen außerhalb ihrer Institutionen in mannigfacher Weise beeinflusst, so hat andererseits die Wissenschaft selbst auf die Gesellschaft nicht nur durch materielle Errungenschaften, sondern vor allem auch intellektuell eingewirkt und so die Voraussetzung für ihre Weiterexistenz, ja für ihre wachsende Rolle immer wieder geschaffen und auch die Wege zu

neuen Entdeckungen dadurch bereitet. Trotz aller mißbräuchlichen Verwendung von Wissenschaft ob in Gestalt von materiellen Machtmitteln oder von als Wissenschaft auftretenden Ideologien wurde Wissenschaft immer wieder als eines der am wenigstens korrumpierbaren Einrichtungen der Gesellschaft geachtet, die am ehesten selbst in ihren Reihen die Moral und die Würde der Wissenschaft wiederherstellen kann. Der russische Anarchist KROPOTKIN wollte alle vorhandenen gesellschaftlichen Institutionen zerbrechen, rührte aber nicht an die Wissenschaft. LÉVY-STRAUSS schloß die Wissenschaft aus der Relativierung der Ideologien aus (nach Y. ELKANA 1986, S. 20 / 21). Die Wissenschaft hat wenigstens seit der Renaissance mit den größten Einfluß ausgeübt, um das Denken einer großen Zahl von Menschen zu verändern. Die Wissenschaft war wenigstens seit dem 17. Jh. dermaßen kritisch und dynamisch geworden, daß gerade von ihr Impulse zum gesellschaftlichen Wandel ausgingen. Trotz Physikotheologie konnte sie Gott nicht beweisen, aber auf Gott als Erklärungsprinzip verzichten. Die "Die Mechanisierung des Weltbildes", wie ein Buchtitel von DIJKSTERHUIS (Zitat aus: W. BÜCHEL, S. 74) hieß, "führt mit unwiderstehlicher Konsequenz zur Auffassung Gottes als eines Ingenieurs im Ruhestand und von da zu seiner völligen Ausschaltung war es nur noch ein Schritt. Für Naturforscher, die dennoch ihren Glauben behalten wollten, gab es kaum noch eine andere Möglichkeit, als ihn streng von den Naturwissenschaften getrennt zu halten." GALILEI war trotz des Tribunals 1633 dabei kein Atheist, wollte aber die Aussagen der Wissenschaft von denen der Offenbarung getrennt wissen, wie es die hochmittelalterlichen Auffassung von der "doppelten Wahrheit" schon nahegelegt hatte. DESCARTES führte diesen **Dualismus** weiter und rechnete mit einer allein dem Menschen zukommenden unsterblichen Seele und der nach Art von Maschinen funktionierenden übrigen Dingen in der Welt, zu denen auch die Organismen gehörten.

Technik und Wissenschaft, das heißt die wendigeren Schiffe, die sicheren Kanonen wie das Streben nach einer Ausdehnung von Handel und Kenntnis in alle Gegenden der Erde haben seit dem späten Mittelalter und seit der "Wissenschaftlichen Revolution" die politischen Machtverhältnisse auf der gesamten Erde völlig und zu einer etliche Jahrhunderte bestehenden Herrschaft des "Abendlandes" über große Regionen der Erde geführt. "Science", meinte 1938 (S. 116) COMPTON, "has thus become the basis of civilisation and is the primary factor in promoting its growth". Eine Nation, die mit dem Abendland mithalten wollte, mußte die Errungenschaften von Wissenschaft und Technik aus den westlichen Ländern **übernehmen**, was als erster außereuropäischer

Nation dem bis um 1853 abgeschlossenen **Japan** (T. FUKUDA 1900, J. J. REIN 1905) gelang. Traditionelle Werte konnten in diese neue Welt hier wohl besser eingebaut werden als im 17. Jh. in Europa und es gab keinen "Prozeß Galilei".

Die Wissenschaft hat den Politikern die notwendigen Daten nach bestem Wissen und Gewissen zu liefern, "Erkenntnis bereitzustellen" (H. MOHR 1982, S. 147), damit Entscheidungen auf begründeter Grundlage gefällt werden könnten.

## 12. Das Persönliche, das Individuelle der Wissenschaftler und deren mögliche Rolle beim Zustandekommen wissenschaftlicher Leistungen

### **Zur Rolle der Persönlichkeit in der Wissenschaftsentwicklung**

Es wurde zu einer viel umstrittenen und auch politisch brisanten Streitfrage, ob die Befähigung zur Wissenschaft oder auch zu anderen führenden Tätigkeiten prinzipiell in jedem normalen Menschen angelegt sind oder nicht und ob vielleicht nur unterschiedliche Erziehung und verschiedenartige Startbedingungen oder Lebensumstände entscheiden, ob jemand ein Wissenschaftler wird. Überhaupt wurde namentlich im 20. Jh. "die Rolle der Persönlichkeit" in der Geschichte diskutiert, einem Jahrhundert, in dem andererseits in einigen Ländern einzelne herrschende Persönlichkeiten mehr an Unheil bewirken konnten als wohl jemals zuvor. In der Wissenschaft wurde gefragt, inwieweit wissenschaftliche Entdeckungen prinzipiell oder wenigstens bestimmte wissenschaftliche Entdeckungen an jene Persönlichkeiten gebunden waren, denen nunmehr das Verdienst für bestimmte Entdeckungen zugeschrieben wird. Gerade von manchen politisch "linken" Schriftstellern wurde zeitweise nahegelegt, Personennamen aus der Geschichte der Wissenschaften möglichst zu streichen. **Jede Persönlichkeit wäre ersetzbar**, jede Entdeckung auch von einem anderen zu leisten gewesen. Der sich selbst durchaus als eigenständige Persönlichkeit darstellende POPPER behauptete einmal (1985, S. 65), daß das Bedürfnis, neue Dinge zu entdecken, dem Gehirn eingebaut ist und "wir alle als Entdecker angelegt" sind. Nur beschäftigen sich die vielen potentiellen Entdecker nicht mit Entdeckungen. Gemäß dem Medizinhistoriker E. ACKERKNECHT (1957, S. 61) existierten "Kulturheroen", die alles aus dem Nichts schaffen, "nur in den Mythologien der Wilden oder populärer Schriftsteller". "Kulturheroen" gab es aber eher in die

Mythen alter Kulturvolker, wenn die Ägypter viele Errungenschaften einem legendären Einzelnen, dem sagenhaften IMHOTEP aus der Zeit des Königs MENES zuschrieben, und die Griechen für manche technische Errungenschaften etwa den sagenhaften frühzeitlichen Erfinder KTESIBIOS verehrten. EDGAR ZILSEL (T. MACHO 2001) schrieb schon 1918 kritisch über den "Geniekult", gemäß dem die Genies selten sind und sich im Unterschied zu normalen Menschen, der "Masse", durch beinahe göttliche Schöpferkraft auszeichnen, daß sich die Genies als zusammengehörig empfinden und eine Art höherer Unsterblichkeit besitzen auch bei Verkennung ihrer Leistung in Lebzeiten. Ideen mögen zuerst im Gehirn einzelner entspringen, aber ihre Vewirklichung konnte nur in Teams gelingen. Denke man an die großen chemischen Synthesen der Neuzeit, wie die Stickstoff-Bindung. Die **Pioniererfindung** von einzelnen trat zunehmend zurück hinter die **Entwicklungserfindung**, denn in einem Team sind oft zahlreiche begabte Personen eingebunden und erfinden auf dem Erreichten weiter (K.-H. LUDWIG 1978, S. 157). Die **Idee zum Kugelschreiber**, der nicht wie Tinte schmiert, hatte der eine jüdische Ungar LASZLO JOZSEF BI'RO', aber die Verwirklichung brauchte Unterstützung bis in Argentinien, wohin BIRO geflohen war, schließlich 7 Millionen 'Kulis'/Kugelschreiber im Jahr hergestellt wurden (Wikipedia 2017). Immerhin wird der auf 1899 fallende Geburtstag von BI'RO', der 24. September, in Argentinien zum jährlich gefeierten Tag der 'Erfinder' (Wikipedia 2017). Es wurde, etwa in der Neuen Zürcher Zeitung im Dezember 2001 (T. MACHO 2001), kritisch angemerkt, daß bei der Nobelpreis-Verleihung Geniekult immer noch maßgebend sei. Bei manchen Forschungen neuerer Zeit, auch der mit einem Nobelpreis geehrten, war gewiß eine solche Menge von Mitarbeitern und auch Mitdenkern notwendig, daß sich einzelne Personen bisweilen kaum noch oder nur wegen ihrer administrativen Funktion heraushoben. Anständige Nobelpreisträger haben dann auch Mitarbeiten in den Geldsegen einbezogen. Verwiesen wurde auf Veröffentlichungen, nicht im Zusammenhang mit Nobelpreisen, die nicht weniger als 21 Mitarbeiter unter dem Titel aufzählten. Bei solcher Forschung vieler an einer gemeinsamen Aufgabe wäre zu großer persönlicher Ehrgeiz dem Team sogar schädlich, der einzelne mußte sich dem Werke einordnen wie die Mitglieder einer mittelalterlichen Bauhütte (R. JUNGK 1966). Und gewiß: Kaum ein neuerer naturwissenschaftlicher Nobelpreis konnte allein durch Einzelarbeit erworben werden. An der Bahre des Chemotechnikers CARL BOSCH (1874 - 1940), des einen der Chemie-Nobelpreisträger des Jahres 1933, wurde trotz des

Geniekultes in damaligen Deutschland schon 1940 gemahnt: "Man ist vielleicht versucht, zu glauben, daß die großen Erfindungen der Chemie das Werk eines einzelnen seien und mehr oder minder Augenblickserfolge darstellen. Das ist keineswegs der Fall. Alle unsere Erfindungen sind das Produkt jahrelanger, mühevoller wissenschaftlicher Arbeit und das Werk zahlloser fleißiger Hände und bedeutender Köpfe. Die Leiter unserer wissenschaftlichen Laboratorien haben darum das große Problem zu lösen, sich selbständige Mitarbeiter zu erziehen, die diese Erkenntnis aufgenommen haben und es als eine Auszeichnung empfinden, an einer großen Aufgabe mitschaffen zu dürfen" (zitiert aus: R. KUHN 1940, S. 483). 1931 (S. 103) hatte auch der Chemiker und Chemie-Historiker PAUL WALDEN bei der Untersuchung von Chemikern, die "Maß, Zahl und Gewicht" vor BLACK und LAVOISIER als den Heroen dieser Art von Forschung benutzten, bemerkt, daß viele Vorgänger das ebenfalls taten, und den "buch- und gedächtnistechnischen Anforderungen zuliebe hat man die Leistungen ganzer Perioden summarisch auf ein bestimmtes Geschichtsdatum und eine Einzelperson zusammengezogen oder man hat eine Einzelperson zum geistigen Exponenten und Träger einer ganzen Richtung gemacht."

Wurde hier die Entpersönlichung der Forschung mehr aus der Art vollzogener Forschung abgeleitet, so wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jh. auch gemeint, daß intellektuelle "**Eliten**" und herausragende einzelne gar nicht entstehen sollten, daß sie eine **Gefahr** für die übrige Gesellschaft sind. Die demokratische Gesellschaft sollte allen Schülern sogar unabhängig von ihren ohnehin nicht zu zensierenden Leistungen während der gesamten Schulzeit eine gleiche Bildung vermitteln. Nur "Erziehung" solle bewirken, was der einzelne wird, ob Tagelöhner oder Gelehrter, eine von HELVETUS im 18. Jahrhundert betonte und immer wieder aufgegriffene Ansicht, etwa bei den US-amerikanischen Behavioristen, Die oft "linke" Ansicht von der Austauschbarkeit der Personen steht in fast erschreckendem Gegensatz zu jenem vielfach widerlichen "Personenkult", der in den sozialistisch-kommunistischen Staaten betrieben wurde.

Die vielgenannten großen Persönlichkeit aus der Geschichte der wissenschaftlichen und kulturellen Leistungen herauszunehmen, gelang aber andererseits auch nicht oder nur bedingt. Selbst für das Mittelalter wurde deutlich, daß die kulturell führenden Menschen keineswegs in einem anonymen Kollektiv versinken wollten und sich wenigstens als Plastik darstellten oder



ihren Namen irgendwo niederschrieben. Die bestimmt auf Kostenrationalität achtenden großen Konzerne des 20. Jh. bezahlen wohl nicht umsonst bestimmten ihrer führenden Manager riesige Gehälter, weil sie von ihnen und nur von ihnen bestimmte Höchstleistungen erwarten. Die einstige Sowjetunion rühmte sich, in ihren Grenzen die größte Zahl von Wissenschaftlern auf der Erde zu konzentrieren, aber die Zahl, die Quantität allein hat in vielen Bereichen die anderswo geleistete Forschung nicht übertroffen, wobei auch mit der großen Zahl die Erfolge in Weltraumfahrt und Militärtechnik zusammenhängen mögen und auch eine Auslese aus einem reichen Fundus an Personen möglich war. Jedoch während in den ersten Jahrzehnten der Sowjetunion noch großartige Wissenschaft betrieben wurde, kam mit der Auswahl der wissenschaftlichen "Kader" nach deren Einverständnis mit allen Dogmen der kommunistischen Partei keine Leistungssteigerung zustande. Ebenso war es im nationalsozialistischen Deutschland. Der wegen seiner frühen Gedanken zur Euthanasie manchmal zu übel beleumdete Psychiater ALFRED E. HOCHER warnte 1935 (S. 147): "... aber keine vorgeschriebene politische Handlung kann Ersatz geben für die Unzulänglichkeiten der entscheidenden wissenschaftlichen Qualitäten. Wer wirklich ein Diener des Geistes ist, weiß auch ohne staatlichen Druck, daß sein Wirken dem Wohle der gesamten Volksgemeinschaft gelten muß, die ihn trägt ..." An die Macht strebende oder hochgekommene Politiker wollten manchmal auch als führende Wissenschaftler gelten, aber Macht bringt Gestalten mit anderer Persönlichkeitsstruktur empor, auch "Unberufene" (J. BURCKHARDT 1921, S. 140). Autoritäres Gehabe ohne wirkliches Wissen und Können und namentlich ohne Verständnis für Herangehen in der Wissenschaft tötet Wissenschaft. Rekruten mag man durch Drill vorwärtsbringen, Wissenschaftler kann man so kaum erziehen.

Herausragende Gelehrte des 20. Jh. (A. EINSTEIN 1934, S. 12) und gerade auch in dessen zweiter Hälfte haben aus ihren Erfahrungen heraus immer wieder auf die **unersetzbare Rolle der einzelnen Wissenschaftlerpersönlichkeit** verwiesen. Man konnte ihnen entgegenhalten, daß sie vor allem ihre eigene angesehene Stellung damit rechtfertigten und gegen andere abschotten wollten. Aber der Einwand ist wohl etwas zu billig, auch wenn Klagen über eine "Vermassung" (R. JUNGK 1966) der Forschung Teil des Weltbildes von sich im Elitestatus fühlenden Forschern sind. Biographische Forschung wurde wohl zu recht auf die oft unersetzbare Rolle bestimmter Forscher geführt. G. LOCKEMANN (1949, S. 66) meinte in seiner Biographie über den Chemiker

ROBERT BUNSEN: "Auch hier zeigte sich wieder, daß alles, was ein genialer Mensch anfaßt, über den ursprünglichen engen Rahmen hinauswächst, daß das Ziel der Aufgabe, die zu erfüllen er sich anschickt, viel weiter hinausführt in ein noch unbekanntes Gebiet, als hätte er einen Zauberschlüssel in Händen, mit dem er verschlossene Türen und Tore öffnet", wobei etwa auf die aus der Hochofenanalyse hervorgegangene Gasanalyse zu verweisen war. Im Gegensatz zur Ansicht jener, die die Persönlichkeit auslöschen wollten, meinte der Physiker MAX BORN (1965, S. 26): "Die Entwicklung der Zivilisation wird getragen von einer Minderheit der Begabten, Neugierigen, Strebenden, die mit den gegebenen Verhältnissen nicht zufrieden sind. Sie zeigen den Weg, die große Masse folgt." Der Biochemiker und langjährige Präsident der Max-Planck-Gesellschaft ADOLF BUTENANDT meinte öfters, daß mit allem Geld der geeignete und befähigte Mensch nicht zu ersetzen ist. Im Jahre 1966 etwa sagte BUTENANDT (S. 253), daß "auch die moderne Gesellschaft den Gelehrten mit weitem Horizont" benötigt, "der befähigt ist, immer wieder Neues zu erfassen und zu ersinnen, der ganz durchdrungen ist von seiner Berufung und sich täglich dankbar der Gnade bewußt ist, den Sinn geerbt zu haben für die geistige Ordnung dieser Welt. Man gehe behutsam um mit diesen Kleinodien, die einem Volke nie in übergroßer Zahl geschenkt werden, und gebe diesen meist Stillen das Arbeitsinstrument, das sie benötigen!" Der Zoologe und Ethologe K. LORENZ (1962, S. 386) schrieb im Zusammenhang mit dem Tode des an originären Ideen so reichen ERICH VON HOLST: "Es ist ein unrichtiger Gemeinplatz, daß jeder Mensch ersetzbar sei. Im Grunde genommen sind das nicht einmal die ganz durchschnittlichen Kleinen".

Die Institute der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und der späteren Max-Planck-Gesellschaft wurden wegen solcher Ansichten über die Rolle der Persönlichkeit bewußt, wie man formulierte, "um" geeignete Persönlichkeiten herum aufgebaut und wurde auf Institute verzichtet, wenn eine herausragende und vertrauenserweckende Persönlichkeit nicht verfügbar war.

Keine Innovation, auch in Technik und Kunst, kam wohl durch irgendwelche "Massen" in die Welt, sondern war stets gebunden an bestimmte Persönlichkeiten. Der US-amerikanische Physiker PERCY WILLIAMS BRIDGMAN (E. C. KEMBLE et al. 1970), Erforscher der Materien unter sehr hohem Druck und Physik-Nobelpreisträger, betonte, daß alle Beobachtungen, Urteile und Interpretationen in der wissenschaftlichen Forschung durch Individuen zustandekommen, denn allein das Individuum kann Erfahrungen

machen und über diese nachdenken. Ungeachtet aller Kommunikation zwischen den Individuen ist das Denken an individuelle Gehirne gebunden. Sind die Namen der erfindenden Person nicht bekannt, so weist die Entstehung einer Neuheit an einem bestimmten Ort darauf hin, daß ein solche am Wirken war.

Kunsthistoriker verwiesen darauf, daß auch neue Baustile nicht irgendwie anonym zustandekamen, sondern orts- und personengebunden, auch, wenn aus älteren Zeiten die Überlieferung von Namen oft fehlt. Das Minarett, dieser charakteristische Bauteil vieler Moscheen und fast Symbol mancher Länder des Islam, wurde auch einmal "erfunden" und erschien dann erst verbreitet. Die älteste gotische Kathedrale wurde gebaut ebenfalls an einem bestimmten Ort, in St. Denis nördlich von Paris, damals als dort Bischof SUCKER wirkte.

Sind einzelne, hochbefähigte Persönlichkeiten für die großen Aufgaben in einer Gesellschaft und ebenso in der Wissenschaft notwendig, dann muß die Behinderung ihrer Entfaltung oder gar ihre Vernichtung schlimme Folgen für eine Gesellschaft nach sich ziehen und muß die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes vermindern. Wenn das **Begabungsreservoir eines Volkes nicht unerschöpflich** ist, was immer wieder stattfindende Begabungsmutationen nicht ausschließt, muß seine Zerstörung das wirtschaftliche und kulturelle Niveau eines Staates gefährden. Gewiß wurde das im Interesse herrschender Eliten, der "Mandarine", gerade in Deutschland manchmal zu viel betont. Sind Fähigkeiten für die Wissenschaft unter den Menschen ungleich verteilt und kann also nicht jeder durch Erziehung und Bildung zu einem kreativen Wissenschaftler geformt werden, dann war und ist nötig, die Geeigneten rechtzeitig zu erkennen und auszubilden, zumal dort, wo der Reichtum einer Gesellschaft von der Wissenschaft stark mit bestimmt wird. KEKULÉ meinte 1878 (S. 922), daß die Begabteren das höchstmögliche Bildungsmaximum erhalten sollten, "denn die am höchsten Gebildeten, seien es an sich nur Wenige, sind es, die den Fortschritt Aller veranlassen und vermitteln. Ein gleicher Unterricht für Alle würde die Massen nur wenig heben, aber die Besseren um Vieles herabsetzen". Der Philosoph HANS JONAS (1991, S. 117) sagte: "Ich bekenne mich zu einer Skepsis gegenüber der weiten Verbreitung von Weisheit und Einsicht. Ich glaube, daß es eine selten vorkommende Gabe ist und daß sie deshalb an Eliten gebunden ist", wobei er nicht an erbliche Eliten dachte. Kann die Zahl der großen oder auch nur der einigermaßen brauchbaren Forscherpersönlichkeiten nicht "beliebig" vermehrt werden, ist auch das Hochschulwesen nicht beliebig personell ausbaubar (R. SIETMANN 1984). Es mag übertrieben sein, was der

durch seinen Sarkasmus bekannte Chirurg GEORG FRIEDRICH LOUIS STROMEYER über den gewiß zumindestens als Lehrer und Lehrmaterialverfasser verdienstvollen praktischen Chirurgen KONRAD JOHANN MARTIN LANGENBECK 1875 (S. 131 / 132) meinte: "Er wollte die Welt beglücken durch ein großes Werk über Chirurgie und ein zweites, großartig angelegtes über Anatomie. Darum stand er so früh auf. Aber die Welt blieb kalt, man erobert sie nicht dadurch, daß man früher aufsteht als andere Leute. Das Genie schläft oft bis in den hellen Tag hinein und treibt Allotria, zum Verdrusse der soliden Leute, die es nicht merken, daß eine gütige Fee den genialen Köpfen die besten Gedanken schon in die Wiege legte. Was hilft einem Professor die Heroengestalt, der unermüdliche Fleiß, wenn das Feuer des Prometheus fehlt, dessen Spectral - Analyse Geist, Humor und Selbstlosigkeit bedeutet? In Langenbecks Seele brannte nur das Feuer einer unermesslichen Selbstvergötterung ... Mit wie wenig Beobachtungsgabe Langenbeck die Anatomie betrieb, geht daraus hervor, daß er nie die kleinste Entdeckung darin machte."

Zur Begabung muß auch **Durchsetzungsvermögen**, Zähigkeit im Auftreten gegenüber anderen, Überzeugung vom eigenen Wert treten, wenn jemand führender Wissenschaftler sein will, gemäß etwa PARACELSUS Ruf: "Mir nach und ich nicht euch ..." (zit. bei NEUBAUER 1874, S. 493)

Der Mediziner BILLROTH (1910, S. 283) bemerkte in einem Brief an PIRQUET 1885: "Der Neid der Menschen verzeiht bei Anderen alles Andere eher, als die angeborene Wohlgestalt und das angeborene Talent." Trotz aller Hinweise auf die Notwendigkeit einer Förderung der Befähigten gab es politische Systeme, die das politische Ziel verfolgten, begabte Personen sogar zu beseitigen. Hitler-Deutschland hat seine großartigen jüdischen Forscher vertrieben und ebenso verfolgt wurden manche Wissenschaftler in der Sowjetunion und chinesische während der "Kulturrevolution" im China von MAO TSE TUNG. Ihren Gipfel fand die Politik der bewußten Begabtenvernichtung im Interesse der Gleichheit und der höheren Machtstellung der vorher Benachteiligten bisher in dem mörderischen Regime von POL POT in Kambodscha, wobei die im alten Kambodscha benachteiligten Dorfbewohner dabei nichts gewannen. Und nirgendwo entstand eine reichere Gesellschaft, weil die Begabteren unter Kuratel gestellt wurden, was nicht heißt, daß man sich in einer Gesellschaft nicht von Mafiosi und Egoisten trennen soll.

Wer begabt ist, wer wissenschaftliche Leistungen vollbringt, hat andererseits keinen Grund, auf die von der Natur weniger Begnadeten hämisch herabzuschauen und sie aus der Gesellschaft auszuschließen. Wissenschaft kann kontinuierlich nur in einer Gesellschaft auf solider politischer und ökonomischer Basis und in sozialem Frieden gedeihen. Kreativität ist ohnehin nicht berufsgebunden, kann auch für wissenschaftliche Tätigkeit unentdeckte Personen auszeichnen.

### **Soziale Herkunft der Gelehrten und Forscher**

Von jeher waren Forscher aus verschiedensten sozialen Schichten gekommen. In Familien mit Bildung, früher mit Büchern im Hause und der Möglichkeit mit wissenschaftlich orientierten Gesprächen zu Hause waren sicherlich im Vorteil. Protestantische Pastorenhäuser haben daher manchen Wissenschaftler geliefert, auch weniger religiös ausgerichtete. Welche Rolle spielte Vererbung? Konnte sie stärker als Umwelt wirken? Die Debatten waren nie abgeschlossen und wegen der unmöglichen Trennung von Nature und Nurture und dem für Statistik nicht ausreichendem Material ist da keine endgültige Klärung möglich. Enttäuschend mag sein, daß der 'Arbeiterastronom' BRUNO H. BÜRGE (Wikipedia 2015) eine Näherin als Mutter hatte, LOUISE EMILIE SOMMER; und der wegen des frühen Todes der Mutter als Adoptivkind in der Familie eines Schuhmachers, BÜRGE aufwuchs. Er war aber der uneheliche Sohn des Berliner Professors ADOLF TRENDELENBURG und der Vater wollte sich nicht zu seinem Sohn bekennen, übergab den Sohn um Ungemach zu entgehen mit entsprechenden Finanzen der Schusterfamilie BÜRGE. 'Arbeiterastronom' BÜRGE also ein Professorensohn! jedenfalls zur Hälfte! Aber die Mutter konnte trotz einfachen Berufs auch begabt gewesen sein! Und andere Gelehrte kamen durchaus echt aus Arbeiterfamilien.

### **Mögliche Motivationen der Wissenschaftler**

Manchmal wird die Arbeit von Forschern so geschildert, als ginge es ihnen allesamt nur darum, selbstlos zu **erkennen, was die 'Welt im Innersten zusammenhält'**. Es gab ihn gewiß, den Forscher, der eher anbetend vor der Natur kniet und ihr sogar mit religiösen Motiven die Geheimnisse ablauscht, ohne daß Karriere-Denken sehr im Spiel ist. Der Soziologe SCHUMPETER sah

sogar bei Unternehmern, und er kannte manche, nicht nur materielles Streben oder gar Gier im Spiel, sondern es war der "Traum und der Wille, ein privates Reich zu gründen, Siegeswille und Freude am Gestalten" (zit. aus: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, Auflage Berlin 1987, S. 132, entnommen aus Wikipedia).

Das Verhalten gerade vieler normaler Gelehrten zeugt eher von Ehrgeiz, **Karrierestreben**, daß er vor allem eine rasche Graduation im Auge hat, ja eine **elitäre Stellung in der Gesellschaft**, die er sogar anderswo als in der Wissenschaft gesucht hätte. Gerade die Wissenschaft war zeitweilig mit einem besonders hohen Ansehen verbunden. Die zahlreichen und mit Erbitterung geführten Prioritätsstreitigkeiten demonstrieren, wie sehr viele Gelehrte an der Bindung bestimmter Leistungen an ihre Person interessiert waren. Von der Entdeckung her könnte man es als gleichgültig ansehen, aus welchen persönlichen Motiven des Entdeckers sie gelingt. Wird nur die Karriere oder der Ruhm beachtet, entstehen allerdings nicht unbedingt die besten Arbeiten. Das schafft und fördert den Wissenschafts"beamten". Wie anders, wenn etwa der Physiologe JACOB MOLESCHOTT sich an seine Jahre der Blutuntersuchungen mit dem Physiologen DONDERS erinnert (1894, 131): "Wir waren beide frei von dem erinnerungssüchtigen Fieber, das nach dem Abschluß einer Arbeit drängt und jeden Zweifel, jede neue Frage, die sich aufwirft, als ein lästiges Hinderniß betrachtet, das die Veröffentlichung der Arbeit verzögert, statt sich darüber zu freuen, daß sich das Feld der Untersuchung ausweitet, und zu begreifen, daß die beste Frucht des Forschens darin besteht, daß jede Frage Fragen gebiert. Das eigentliche Geheimniß der wissenschaftlichen Forschung besteht nicht darin, daß sie abschließt, vielmehr darin, daß sie aufschließt".

Leider muß bezweifelt werden, daß es in dem an Wissenschaftlern reichen 20. Jh. noch sehr viele Wissenschaftler gibt, die aus eher 'höheren' als aus karrieristischen Gründen sich bestimmten wissenschaftlichen Problemen zuwenden, so wie es EINSTEIN noch anmerkte (zitiert aus P. A. SCHILPP, S. 2): "Da gab es draußen diese große Welt, die unabhängig von uns Menschen da ist und vor uns steht wie ein großes, ewiges Rätsel, wenigstens teilweise zugänglich unserem Schauen und Denken. Ihre Betrachtung wirkte als eine Befreiung, und ich merkte bald, daß so mancher, den ich schätzen und bewundern gelernt hatte, in der hingebenden Beschäftigung mit ihr innere Freiheit und Sicherheit gefunden hatte. Das gedankliche Erfassen dieser

außerpersönlichen Welt im Rahmen des uns gebotenen Möglichkeiten schwebte mir halb bewußt, halb unbewußt als höchstes Ziel vor. Ähnlich eingestellte Menschen der Gegenwart und Vergangenheit sowie die von ihnen erlangten Einsichten waren die unverlierbaren Freunde. Der Weg zu diesem Paradies war nicht so bequem und lockend wie der Weg zum religiösen Paradies; aber er hat sich als zuverlässig erwiesen, und ich habe es nie bedauert, ihn gewählt zu haben". An anderer Stelle bemerkte EINSTEIN (1934, S. 171): "Für mich ist das Streben nach Erkenntnis eines von denjenigen selbständigen Zielen, ohne die für den denkenden Menschen eine bewußte Bejahung des Daseins nicht möglich erscheint". EINSTEIN sprach von der 'kosmischen Religiosität', dieser nach seiner Ansicht 'stärksten und edelsten Triebfeder wissenschaftlicher Forschung' (A. EINSTEIN 1934, S. 17). Nur diese 'kosmische Religiosität' gäbe jene Hingabe, ohne welche wissenschaftliche Gedankenschöpfungen nicht zustandekommen. Damit wären dann "die ernsthaften Forscher in unserer im allgemeinen materialistisch eingestellten Zeit die einbzigen tief religiösen Menschen".

Der Verdacht, daß der Blick auf die Karriere die Meinungen von Wissenschaftlern mehr als das Erkenntnisstreben bestimmen konnte, wird in der willfährigen Anpassung der Ansichten an die Forderungen deutlich, wenn man sieht, wie sehr sie ihre Ansichten namentlich in totalitären Staaten deutlich. Bei politischen oder 'politisch - ideologischen' Veränderungen wurde dann die eigene Meinung auch oft rasch angepaßt, Hauptsache man war immer vorn, unter STALIN und nach der 'Entstalinisierung'. EINSTEIN etwa hat diese Haltung von Wissenschaftlern derartig geekelt, daß es durchaus nicht völlig unernst gemeint war, wenn er am 17. Januar 1955, also wenige Monate vor seinem Tode, in seinem letzten Brief an MAX BORN schrieb (zitiert in H. und M. BORN 1969, S. 138): "Ich würde unter den heutigen Verhältnissen nur einen Beruf wählen, bei dem der Broterwerb nichts zu tun hat mit dem Streben nach Erkenntnis".

Über **die innersten Motive** ihres Handelns äußern sich viele Menschen und auch Forscher nur selten oder gar nicht, legen sich darüber kaum Rechenschaft ab, und diese Dinge bleiben mehr oder weniger unausgesprochen, um nicht zu sagen unbewußt. Auch die Wissenschaftstheorie hat sich des Problems nach den tieferen Gefühlen des Forschers bei seiner oft über das Normale hinausgehenden Arbeit kaum angenommen, wohl auch, weil belegbare Ergebnisse kaum zu erwarten sind. Es wurde von der "Nachtseite der Wissenschaft" gesprochen (E.

P. FISCHER 1995). Offen bleibt auch, warum zu gewissen Zeiten gleichzeitig bei vielen Menschen und auch innerhalb der Wissenschaften ein Umdenken stattfindet, das dann gerade das Gegenteil der bisherigen Ansicht verkündet.

**Ästhetische Empfindungen** etwa an **Formen** oder **Farben** von Naturgegenständen haben manche Wissenschaftler mit solcher Begeisterung ausgedrückt, daß anzunehmen ist, daß solche Empfindungen bestimmte Forschungen jedenfalls mit stimulierten. Man mag einwenden, daß solche Annahmen "völlig außerhalb der Sphäre der Wissenschaft" liegen (W. BÜCHEL 1975, S. 102). Auch der Wissenschaftler aber ist ein Mensch mit Emotionen, der ebenso wie andere Menschen von vielleicht nicht einmal voll bewußten Motivationen bewegt wird. Mathematiker sprechen von der Schönheit von Formeln. Sehnsucht nach Ordnung, nach Harmonie wird bei KEPLER gesehen, so, wenn er in seinem heliozentrischen Weltbild die Dinge in einem archetypischen Bild einer Trinität verknüpft, mit Gottvater in der Mitte als Quelle des Lichts und der Wärme und mit drei Planetengesetzen (E. P. FISCHER 1995). Von KEPLER wird gesagt, daß seine Sonnenverehrung dazu beitrug, daß er ein Kopernikaner wurde. Man muß an Landschaften Gefallen finden, sie als großartig und schön ansehen, um so zu forschen und zu sehen wie ALEXANDER von HUMBOLDT auf seinen Reisen in Amerika. Derartige Strapazen und Gefahren, wie manche Forschungsreisenden auf sich nahmen, werden eigentlich nur verständlich, wenn das durch freudig empfundene Erlebnisse entgolten wurde - wie das auch auf den strapaziöse Pfade wandelnden Touristen zutrifft. Manche Forscher wurden von Raumvorstellungen, von Formen bewegt. Ein Geologe wird an Gesteinen, an Felsen und Felsformen wohl Gefallen finden müssen, um sich ihnen immer wieder zuzuwenden. Der Geologe HANS CLOOS (s. 1959) sprach davon, daß Geologie die Musik von der Erde ist. Als solche wird die Erderforschung den Geologen begeistern, ihn Mühsal gering schätzen lassen, wenn er in vorher unbekanntem Gebieten die Struktur der Erdkruste enthüllt. Ein rein karriere- oder geschäftsstüchtiger Geist wird diese Begeisterung nicht aufbringen und nicht vermitteln können. Der Geologe CLOOS wollte zunächst Architektur studieren (S. v. BUBNOFF 1953). In der dann studierten Geologie suchte er vor allem räumliche Strukturen in den Gesteinskomplexen, auch beim Granit, zu erkennen. Die Darstellung der Erde "als architektonisches Bauwerk mit dynamisch-sinnvoll deutbaren Ornamenten", beschrieb SERGE VON BUBNOFF (1953, S. 5) als ein grundlegendes Ziel der Forschung von CLOOS. Mancher wird wohl sehr rasch, wie nach einem Schlüsselerlebnis, zum



Wissenschaftler, wenn er an irgendetwas Gesehenem oder Gehörtem oder an irgendwelcher wissenschaftlichen Tätigkeit plötzlich eine innere Befriedigung empfindet. Ein einziger Reisetag eines potentiellen Forschers kann einen Menschen prägen, wie es CLOOS bemerkte (s. 1959, S, 74): "O wie märchenhaft war diese Welt, in der ein einziger Tag zum Gefäß wurde für Erinnerungen, die ein Leben reicher machten und dem Beschenkten noch heute vor Augen stehen, als seien sie gestern gewesen". Für den auch der Architektur verbundenen CLOOS war die Struktur der Erdkruste ein seinem offensichtlich künstlerischem Empfinden entgegenkommenes Anliegen. Formempfinden stand hinter manchem Biologen. Mit Begeisterung schildert E. HAECKEL die von ihm im Meer bei Messina erbeuteten und unter dem Mikroskop erforschten Radiolarien. Er hat sie und andere Meerestiere abgebildet als "Kunstformen der Natur" und dem Jugendstil entscheidende Anregungen gegeben. Bei solcher Begeisterung für Formen, für eher äußere Dinge, mag zweifelhaft werden, ob die Aufdeckung innerer Gesetzmäßigkeiten oder die praktische Anwendung von Forschungsergebnissen noch zu den leitenden Motiven eines so geprägten Forschers gehört. auch wenn man das vor vorgesetzten Dienststellen nicht sagen wird. Begeistert von den Formen von Meerestieren, namentlich von Rippenquallen (Ctenophora) und Staatsquallen (Siphonophora) war der Zoologe CARL CHUN, dessen Begeisterung für solche Meereslebewesen und die damit verbundenen Forschungsarbeiten dazu führten, daß ihm 1898/1899 die wissenschaftliche Leitung der ersten deutschen Tiefsee-Expedition, durchgeführt auf dem Dampfer 'Valdivia' anvertraut wurde. Sein Schüler F. BRAEM meinte (1915 / 16, S. 95 ff.) nicht ohne Vorwurf, daß von CHUNs ästhetischem Sinn die Wahl seiner Objekte stark beeinflußt wurde. Weil ihn der Präparierboden und der Anblick von Krankheiten abstießen, habe er das Medizinstudium aufgegeben, konnte auch den von seinem Lehrer RUDOLF LEUCKART erforschten Parasiten nichts abgewinnen und habe unter den Meerestieren den weniger schönen Echinodermen (Stachelhäuter) auch eine "ausgesprochene Abneigung" entgegengebracht, mit Ausnahme der wiederum reizvollen, pelagisch lebenden Larven dieser Tiere. BRAEM spricht von einer 'merkwürdigen' "Wahlverwandtschaft zwischen den Objekten, die er bevorzugte und seinem eigenen Naturell" (S. 96). "Viele und merkwürdige Formen zu finden" erschien "in erster Linie das Ziel" (S. 97). Es wird dann gesagt (S. 94 / 95): "Chuns Forschertätigkeit entsprang weniger einem philosophischen Drang nach Erkenntnis, als einer unmittelbaren Freude an den lebendigen Formen. Nicht das Lebensrätsel, entkleidet von den Zufälligkeiten seiner Erscheinung,

suchte er im Tier zu erfassen, sondern das Tier selbst in seiner jeweiligen Eigenart, in seinem Bau, seiner Lebensweise, seinem Verhältnis zur Umwelt, fesselte ihn. Es war ihm in hohem Grade Selbstzweck, nicht nur Mittel zu anderen Zwecken". PAUL EHRLICH äußerte öfters seine Begeisterung für die herrlichen Farbenbilder, die er unter dem Mikroskop bei seinen gefärbten Präparaten erblickte. Drang nach den Farbbildern hat ihn an das Mikroskop geführt. Was ist dann Wissenschaft, das mit Begeisterung geordnete Herbarium oder Museum oder die tiefere Erkenntnis in Zusammenhänge oder die Erkundung von Möglichkeiten ärztlicher Hilfe für kranke oder bedrängte Menschen?

Andere Wissenschaftler mögen davon geleitet werden, sich zu beweisen, anderen ihre Fähigkeiten zum Trotz gegen frustrierende Erlebnisse zu offenbaren. Mit innerer genereller Unzufriedenheit mag zusammenhängen, ob ein Gelehrter eher die bestehenden Ansichten unterstützt oder mehr nach dem Umsturz herrschender Ansichten drängt. Der US-amerikanische Wissenschaftshistoriker FRANK J. SULLOWAY sieht einen Universalschlüssel in der als Kind erlebten Rivalität zwischen Geschwistern, vor allem zwischen Brüdern. Der Erstgeborene wäre in vielen Familien der Bevorzugte. Um ihn scheint sich die 'Welt zu drehen' (P. BAHNERS 1996). Er wird dadurch mit der Welt zufrieden und akzeptiert sie, wie sie ist. Ein jüngerer Bruder muß sich als eigene Persönlichkeit gegen den Älteren behaupten. "Wer zu spät kommt, muß was tun" (ebenda). Er muß etwas Eigenes bringen, um zu bestehen. So wird der Erstgeborene etwa "Minister, Polizeipräsident, Hofkapellmeister oder Dichturfürst", der "Nachzügler Terrorist, Tresorknacker, Rockgitarrist, Kritiker". SULLOWAY verweist auf den die Wissenschaft umstürzenden CHARLES J. DARWIN, der ein fünftes von sechs Kindern war. WILHELM VON HUMBOLDT ein Erstgeborener wurde preußischer höherer Beamter, der vor allem zu stabilisieren suchte. Der jüngere Bruder ALEXANDER aber ging auf große Reisen und lieferte neue Ideen. SULLOWAY überprüfte seine Ansicht an der Lebensgeschichte von 3890 Gelehrten wie an 893 Mitgliedern des Nationalkonvents in der Französischen Revolution und an 700 aktiv an der Reformation beteiligten Männern.

Hinter all den offensichtlich komplizierten Gedankengängen sollte man TYNDALLs (1870 / 1948, S. 65) Bemerkung nicht vergessen: "Die Welt weiß wenig von den Mühen des Entdeckers. Sie sieht den Kletterer jubeln auf der Bergspitze ..."

### **Kombination verschiedenster Ansichten und Haltungen bei Wissenschaftlern**

Manchmal wollte man je nach politischem Umfeld Idealbilder von zu verehrenden Forschern schaffen. In allen Haltungen und Ansichten sollten sie dem sie verehrenden Zeitgeist entsprechen. Aber bei Betrachtung zahlreicher einzelner Forscher finden **sich** die **verschiedensten Ideen-Verbindungen, wissenschaftlich, philosophisch, religiös, politisch**. Es gibt den wissenschaftlich Erfolgreichen, auch Neuerer, mit Staats-, ja Monarchentreue, politisch konservativ, von Linken gern als "reaktionär" beschimpft. Es gibt den Religiösen, dem vielleicht gar deshalb bedeutende Entdeckungen gelingen. Es gibt ebenso den wissenschaftlich erfolgreichen politischen Revolutionär, der neben seiner Wissenschaft politische Veränderungen, ja den Umsturz anstrebt. Letzteres gilt in Deutschland etwa für KARL VOGT, in Frankreich für RASPAIL. Es gibt den neben seinen wissenschaftlichen Leistungen auch moralisch Einwandfreien, aber auch dessen Gegenteil. Es ist daher **kaum möglich**, daß ein modernes politisches System bestimmte Wissenschaftler der Vergangenheit **als** ihr besonderes **"Erbe"**, **"Vorbild"**, **als "nachahmungsgeeignet für die Jugend in jeder Beziehung"** heraushebt. Für die Gelehrten im 19. Jh. könnte man sich vielleicht auf ALEXANDER VON HUMBOLDT als Vorbild einigen, hoffentlich nicht abgelehnt nur deshalb, weil er Adliger war HUMBOLDT war frei von engstirnigem Nationalismus, trat 1848 auch für die aufständischen Demokraten ein. Wer den kämpferischen und atheistischen Darwinisten HAECKEL verehrt, muß dessen in manchen Dingen geistvollen Kritiker WILHELM HIS, Anatom, nicht unterschätzen. HAECKEL war zudem auch übler Rassist, im Ersten Weltkrieg Chauvinist, theoretischer Vorbereiter der Eugenik. Christen werden mit HAECKEL nie zurechtkommen, während die Sozialisten, welche die Abstammungslehre befürworteten HAECKEL als einen der ihren verehren. Sein kämpferisches Wesen verunglimpfte oft auch den einheimischen Gegner zu sehr. Aber sein Haus in Jena wurde zu einer Stätte Forschung für Biologiegeschichte Aus der Tradition und dem Denken in Jena ist HAECKEL sicherlich nicht wegzudenke und das muß eben auch in kritischer Auseinandersetzung bestehen. Man soll aus der Vergangenheit lernen, aber muß sie ohnehin nehmen wie sie ablief. HAECKEL - der große und viel publizierende Forscher, mit viel Anregung für seine dann oft eigene Wege gehenden, auch sich wie die HERTWIGs von HAECKEL

abwendenden Schüler, ein Problemfall für die Auseinandersetzung mit einem aus der Geschichte nicht wegzudenkenden Forscher. Oder wollen ihn manche nicht am liebsten streichen? Diese Probleme bietet DARWIN bei weitem nicht. Vollends wird es lächerlich, wenn etwa GOETHE und andere Gestalten der Vergangenheit vielleicht gar als potentielle Parteigenossen für die Nazipartei oder andere fast als Mitglieder für die SED in der DDR vereinnahmt wurden. Natürlich gibt es Gelehrte, die sich etwa in bellizistischen oder rassistischen Äußerungen besonders danebenbenommen haben und man soll das neben der objektiven Schilderungen ihrer Forschungen nicht unter den Tisch kehren. KONRAD LORENZ war in seinen politischen und weltanschaulichen Ansichten sicherlich auch in einer von späteren Jahrgängen nicht akzeptierten Weise 'geprägt'. In ihrer Haltung kamen im 20. Jh. einem von vielen zu billigenden Vorbildwesen wohl nahe etliche der großen jüdischen Forscher, vielleicht in vielem EINSTEIN oder der Biochemiker MEYERHOF. Viele auch bedeutende Forscher haben sich auch von alle außerhalb ihres Fachgebietes stehenden Fragen ferngehalten. und sind dann eben nur Biochemiker oder Genetiker.

### **Die Rolle der Erlebnisse bis hinab in die Kindheit, der Tradition und der Ausbildung**

Hervorragender Wissenschaftler kamen mit der Annäherung an die Gegenwart immer mehr aus bereits bestehenden 'wissenschaftlichen Schulen'. THALES in Milet in der beginnenden Antike war vielleicht ein begüterter Kaufmann, der nebenbei und aus eigenem Antrieb etliche interessante Fragen stellte und gewisse Lösungen andeutete, die wegweisende erscheinen. Aber der Wissenschaftler der Neuzeit mußte in möglichst jungen Jahren zu ‚Lehrern‘ kommen, die ihm das wissenschaftliche Denken, die notwendige Kritikfähigkeit beibrachten und auch die Forschungsmethoden lehrten. Aber um kreativ zu sein, muß man auch wiederum über die Tradition hinausschreiten, muß ein Produkt des eigenen Ich werden, sein Selbst finden. R. SIETMANN legt dar (1984, S. 120): "Vor allem durch eine auf Anpassung gerichtete Erziehung und Ausbildung, aber auch durch aktuelle Einbindung in Beziehungsgeflechte und Hierarchien haben sich Entfremdungen aufgebaut, die kreativitäts-hemmend wirken."

Nicht vergessen werden darf, daß sicherlich auch **Jugenderlebnisse** einen Wissenschaftler **formen**, also die "Umwelt" in frühen Lebensjahren ihren

Einfluß oft bis in das Alter ausüben kann, auch beim sich ach so objektiv fühlenden Forscher. Der aus dem Prager Judengetto stammende Marienbader Badearzt E. HEINRICH KISCH schrieb rückschauend (1914, S. 3): "Im Hause der Anblick eines mühsamen täglichen Kampfes ums Brot, in der Schule der Druck der Lehrer und robuster Mitschüler. So lastete während der Jugendjahre düsteres Denken auf meinem Gemüte, nur aufgepeitscht von leidenschaftlichem Verlangen: hinaus und hinauf!" Er erinnerte an GOETHEs Ausspruch: "Die Verhältnisse, in denen man seine Jugend verbrachte, wird man das ganze Leben nicht mehr los." Aus der spezifischen Biographie und den dabei entstandenen Charaktereigenschaften eines Forschers Spezifitäten seiner späteren wissenschaftlichen Auffassungen zu erklären versuchte für den Zoologen und Philosophen KONRAD LORENZ dessen langjähriger Mitarbeiter NORBERT BISCHOF (1993), Psychologie-Professor in Zürich. Manches von LORENZ Ansichten leitete BISCHOF von der geistigen Auseinandersetzung mit dem strengen und andere abwertenden berühmten Vater, dem Orthopäden ADOLF LORENZ her. Anderes führte BISCHOF auf die Emotionslosigkeit der Mutter zurück. BISCHOF meinte (S. 9): "Keiner der großen Denker und Seher ist nur Sprachrohr des Zeitgeistes gewesen; sie alle haben das, was der Dämon ihnen eingab, in einer oft höchst subjektiven Klangfarbe zum Ausdruck gebracht. Und diese Subjektivität kann der Grundidee unter Umständen eine Form verleihen, die den Erkenntnisstrom einen Lauf nehmen läßt, wie er sich nie ergeben hätte, wenn das Schicksal einen anderen zum Kündler derselben Wahrheit berufen hätte." Besonderheiten der Biographie, etwa biographische Traumata, mochten dabei nicht nur "kognitive Verzerrungen" bewirken, sondern auch "für besondere Einsichten sensibilisieren", etwa hinsichtlich der ökologischen Probleme bei jenen, welche auch emotional der Natur verbunden waren (N. BISCHOF 1993).

### **Der Institutsvorstand und Projektleiter als Anreger seine Teams oder Kollektivs**

Forschung geschieht immer mehr in immer größeren Arbeitsgruppen. Den wenigen Assistenten und Mitarbeiter eines Ordinarius in der Vergangenheit folgten schon um 1900 größere Teams, wie sie etwa die hübschen Fotos von den Forschern um WILHELM OSTWALD in Leipzig zeigen. Die Führung eines Teams erfordert vom Leiter manche charakterlichen Eigenschaften. Gewiß muß er wissenschaftlich auf der Höhe erscheinen, aber klar ist auch, daß begabte

seiner Mitarbeiter ihn auf ihren Spezialgebieten übertreffen werden und dies die neidlose Anerkennung des Ordinarius verlangt. Der führende deutsche Forstentomologe KARL ESCHERICH als Vorstand eines größeren Institutes in München meinte in seinen Lebenerinnerungen 'Leben und Forschen' 1944 (S. 210): "Die Hauptkunst des Institutsvorstandes ist, die Mitarbeiter für ihre Arbeit so zu begeistern, daß sie ihre ganze Kraft mit voller Hingebung einsetzen. Man glaubt nicht, was man oft mit ein bißchen Lob und Anerkennung erreichen kann." Und ESCHERICH verweist auf seinen Lehrer BÜTSCHLI in Heidelberg, der dem Studierenden ESCHERICH "oft sagte ...: "Ich könnte Sie um diese schöne Entdeckung beneiden" und der Gelobte erinnert sich: "was mein Blut in Wallung brachte und Hochstimmung erzeugte." ESCHERICH sorgte auch für ruhiges, kontinuierliches Arbeit im Institut, und: "Es wurde selten viel geredet oder gar "geratscht" - eine Unsitte, die nicht nur ungeheuer viel Zeit völlig unnütz wegstiehlt, sondern auch gefährliche Keime von Störungen in sich birgt und die ich daher stets sehr energisch bekämpft habe" (S. 219). Immer erneute Waldschädigungen erforderten Forschungsergebnisse in kurzer Zeit. Wen nimmt man in ein solcher Institut auf? ESCHERICH meinte (S. 218/219): "Ein querulierendes und intrigierendes Mitglied kann großen Schaden stiften und schwere Störungen im Ablauf der Arbeiten hervorrufen." Bei ersten Anzeichen solcher Störungen, sollten solche "Störungselemente" "schleunigst entfernt werden."

Zu diesen Dingen kann sicherlich jeder, der einmal an einem Institut mit unterschiedlichen Mitarbeitern war, manches ergänzen. Politische und weltanschauliche Differenzen und politisch bedingte unterschiedliche Zukunftsaussichten und etwa in Ostdeutschland unterschiedliche Reisemöglichkeiten legten Grund für gewaltigen Zwist. Neben der nötigen Forschungsruhe gibt es auch private Angelegenheiten, die irgendwen belasten und über die sich mancher äußern will.

### **Amateurforscher, Privatgelehrte - als entscheidende Mitbegründer gerade neuer Wissenschaften und Wissensgebiete**

Viele führende Wissenschaftler namentlich in früheren Jahrhunderten waren nicht als Forscher beschäftigt, sondern wie COPERNICUS als Domherr in Frauenburg, wie VESAL(IUS) als Mediziner, wie KEPLER eher als Astrolog denn als Wissenschaftler tätig. Erst als der Wert der Wissenschaft deutlich

geworden war und sie Ansehen erhielt, kam die 'Professionalisierung', die Schaffung von Möglichkeiten der Vollzeitbeschäftigung bei angemessener Entlohnung. Neu entstehende Wissensgebiete, neue Forschungsfelder, für die es bisher keine Fachleute geben konnte, wurden noch oft von "Außenseitern" erschlossen, konnten auch nicht erlernt werden, weil es eben keine Lehrmeister gab. Zahlreiche nebenberufliche, aber einstmals wegweisende Forscher fanden sich unter den "freien Berufen", das heißt unter den praktische Ärzten, Apothekern, auch unter Pfarrern und Juristen. Forschung im Privathaus oder gar in der Wohnung war möglich, weil selbst Erkenntnisse an der vordersten "Forschungsfront" noch mit einfachen, mit selbst herstellbaren Geräten und Instrumenten gewonnen werden konnten. Der große Enthusiasmus gerade vieler Amateurforscher widerspricht der Auffassung, daß Wissenschaft nur zur Minderung von Not, also mit praktischer Zielsetzung betrieben wird. Gewiß, es gab auch manche Ehrung und Auszeichnung für erfolgreiche Amateurforscher, auch wissenschaftliche Grade und Mitgliedschaft in wissenschaftlichen Akademien und Gesellschaften, aber damit konnten am Anfang ihres Wirkens nur wenige rechnen, die dennoch unter Zurückstellung andere Dinge Forschung begannen und nicht einmal nach akademischen Posten strebten.

LEEUVENHOEK, der im 17. Jh. die am meisten vergrößernden Mikroskope selbst konstruierte und die Welt der Kleinlebewesen sowie zahlreiche nur mit stärkerer Vergrößerung sichtbare Objekte erfaßte, war Stadtschreiber in Delft. STEPHEN HALES (H. GUERLAC 1972), der berühmte Geistliche von Teddington in Middlesex, untersuchte experimentell erstmals die Saftbewegung und den Saftstrom in den Pflanzen und wurde damit Begründer der experimentellen Pflanzenphysiologie. Wegweisend war seine Erforschung der Gase. Die Süßwasserpolypen und deren die wissenschaftliche Welt in Aufregung versetzende Fähigkeit zur Regeneration nach Beschädigung entdeckte der aus Genf stammende ABRAHAM TREMBLEY (1744), als er als Hauslehrer auf einem Schloß in den Niederlanden tätig war. Die Süßwassertiere zu seinen Untersuchungen fing er im Teich des Schloßparkes, gehalten wurden die kleinen Lebewesen in wassergefüllten Puderboxen auf dem Fensterbrett, mit betrachtet von seinen zwei Schülern. Ein Ort wegweisender Entdeckungen in der Chemie wurde seit 1775 die Apotheke der kleinen schwedischen Stadt Köping, wo der aus dem seinerzeit schwedischen Stralsund 1742 gebürtige CARL WILHELM SCHEELE (O. ZEKERT 1963) arbeitete und forschte. Die Entdeckung des Chlor, des Sauerstoff, des Wolfram, mancher organischer

Säuren, des Glycerin sind nur einige mit SCHEELEs Namen verbundene Funde. Nicht aus einem Fachstudium kamen im 18. und 19. Jh. die meisten Begründer der Geologie und namentlich der Erdgeschichtsforschung. Gerade England war noch im 19. Jh. ein Land der großen Privatgelehrten. Der Jurist CHARLES LYELL, der mit seiner aktualistischen Auffassung die Geologie stark bestimmte, war nur wenige Jahre an der neugegründeten Universität London tätig. Der LYELL vielfach widersprechende MURCHISON war ein begüterter Adliger, den angeblich seine Frau auf die Geologie gelenkt hatte, weil sie wollte, daß er mehr betreibt als nur Fuchsjagd. Der ebenfalls führende Geologe ADAM SEDGWICK, auch geweihter Geistlicher, soll beim Beginn seiner geologischen Forschung gesagt haben, daß er bisher noch niemals einen Stein umgewendet habe, aber in Zukunft keinen Stein unumgewendet lassen will. Ein bedeutender Amateur war auch CHARLES DARWIN, der Begründer der Evolutionstheorie. Er lebte seit seinem Lebensjahr auf seinem Anwesen im Dorfe Down(e) in Kent. Als er botanische Forschungen betrieb, hat er die dafür nötigen Einrichtungen, so die Gewächshäuser, selbst finanziert. Andere britische Forscher waren hauptberuflich Geistliche. Auch DARWIN hatte einmal die geistliche Laufbahn ins Auge gefaßt und war darüber nicht ungehalten, da er in diesem Berufe die nötige Freizeit für seine Forschungen erwartete. Auch DARWIN wurde Mitglied bedeutender wissenschaftlicher Akademien, auch der preußischen in Berlin.

Wesentlich im Selbststudium wurde WILHELM HOFMEISTER, Sproß einer berühmten Leipziger Verleger-Familie für Musikalien, ein führender Botaniker, später Botanikordinarius in Tübingen und Heidelberg. Er wuchs gewiß in einem geistig anregenden Hause auf, wo auch Botaniker Gast waren. Aber ordentlich studiert hat er nicht. Nicht so großartig waren die meisten "Heimatsforscher", die Heimatzoologen und -botaniker, denen aber für die Erforschung der heimischen Flora und Fauna höchste Bedeutung zukommt. Auch geologische Aufschlüsse wurden oft zuerst durch Amateure bekannt. Die modernen Forschungsmethoden haben diese Forscher teilweise in den Hintergrund gedrängt, aber für die Erfassung etwa von gegenwärtigen, als Umweltindikatoren dienenden Veränderungen in der Vogelwelt ist der Heimatsforscher noch unersetzbar.

CARL DORNO (W. MÖRIKOFER 19), Begründer der Bioklimatologie, war zunächst Kaufmann in Königsberg gewesen. Der Radiophysiker Sir E. APPLETON lobte einmal die Amateure der Radiophysik (1954, S. 105): "My own subject of radio-physics has, on many occasions, been advanced by the observations of the gifted and enthusiastic amateur who was able to recognise



the unexpected, even if his professional skill was insufficient to enable him to reveal its full meaning and implication."

### **Wissenschaftliche Schulen, wissenschaftliche Tradition**

Von der Notwendigkeit des Lernens in der Wissenschaft zeugen die wissenschaftlichen Schulen. Herausragende Wissenschaftler hatten oft die herausragenden Forscher der nächsten Generation als Schüler. Am meisten lernt man eben bei einem Meister, ja der Aufenthalt bei einem solchen wird oft unersetzlich sein. Vielfach begründet ein Meister nicht einmal eine wissenschaftliche Schule in dem Sinne, daß auf seinem Fachgebiet weitergearbeitet wird. Das tritt dann ein, wenn ein Gebiet so reich mit Problemen gefüllt ist, daß mehrere Generationen sinnvoll mit ähnlichen Methoden auf ihm erfolgreich tätig sein können. Aber auch beim Wechsel des Arbeitsgebietes ist der Einfluß eines großen Forschers auf die Schüler meistens noch deutlich.

Besonders augenfällig erscheint die Rolle der Tradition bei vielen Nobelpreisträgern, zumal in den Naturwissenschaften (A. DÉES DE STERIO 1975). Die Nobelpreisträger hatten meistens bedeutende Lehrer. Die späteren Nobelpreisträger hatten bei vorangegangenen Nobelpreisträgern wenigstens zeitweilig studiert oder gearbeitet. Gewiß mag dann der Vorwurf erhoben werden, daß eben Nobelpreisträger bevorzugt ihre Schüler für den Nobelpreis vorschlagen und bestimmte Fachgebiete bei der Nobelpreisverleihung überproportioniert vertreten sind. Im allgemeinen sind die Nobelpreisträger wohl würdige Vertreter ihrer Fächer gewesen, nur hat eben nicht jeder verdienstvolle Wissenschaftler auch den nur in begrenzter Zahl verliehenen Nobelpreis erhalten können.

So steht an einer Entwicklungslinie zu Nobelpreisträgern in der Biochemie ADOLF von BAYER, der 1905 den Nobelpreis für Chemie bekam. Einer seiner bedeutendsten Schüler war der führende Eiweiß- und Kohlehydrat-Forscher EMIL FISCHER, der sogar noch vor seinem Lehrer BAYER im Jahre 1902 den Nobelpreis für Chemie erhalten hatte. Bei EMIL FISCHER hatte eine Zeit lang der führende Biochemiker OTTO WARBURG ( - 1970) gearbeitet. Er erhielt den Nobelpreis für 1931. Von WARBURG entscheidene Anregung erhielt ADOLF KREBS, welcher als Entdecker von wichtigen Stoffwechselfvorgängen 1953 den Nobelpreis für Physiologie/Medizin bekam. KREBS hat betont,

welche Bedeutung es für ihn hatte, daß er 1925 bis 1929 einer der wenigen Schüler von WARBURG sein durfte und hier Forschungsarbeit auf jenem Niveau kennen lernte, wie es das Nobelpreiskomitee für die Aufnahme in die Liste der Kandidaten voraussetzt. Auch führte WARBURG zu den wichtigen und der Erforschung lohnenswerten Problemen.

Tradition gibt es auch bei den Nobelpreisträgern in der Molekularbiologie und in der Immunologie. WILLSTÄTTER meinte (1927): "Kein Zweifel, es ist das Vorbild der wissenschaftlichen Arbeit, das anfeuernd wirkt...Die Gelegenheit, den Naturforscher in unmittelbarer Nähe kennen zu lernen, in seiner Denkweise und Anschauung, im Spiel von Phantasie, Beobachtung und Kombination der mannigfaltigen Erfahrungen seiner Zeitgenossen und früherer Generationen, in der methodischen Ausgestaltung und Kontrolle, im Abwägen der denkbaren Möglichkeiten, vor allem in der gewissenhaften Kritik: das ist das Bestimmende für den Jüngeren..." Auch den lehrenden Meisterkoch ergänzt die Literatur mit Kochrezepten und den lehrenden Wissenschaftler eben die Wissenschaftstheorie.

Tradition konnte gewiß auch Banden bringen, für manche herangereifte Fragen blind machen und der Außenseiter, der aber nicht etwa unausgebildet war, jedoch manchmal aus einem anderen Fachgebiet stammte, konnte übersehene Probleme erkennen oder gar Lösungen anbieten. So hat eben der Physiker ERWIN SCHRÖDINGER mit seinem Büchlein „Was ist Leben?“ von 1944 Anregungen gegeben, welche die neuere Molekularbiologie aufgriff.

### **Mittelmäßigkeit statt Genialität, aber nötig auch der pedantische solide Arbeiter**

Die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit an einer Universität oder Hochschule, ja in einem ganzen Lande, kann auch von einer einmal erreichten Höhe absinken. Ist das Mittelmaß einmal erreicht, ist es bei demokratischer Entscheidung über Neuberufungen am wenigstens zu beheben. Mittelmäßigkeit kann die davon Behafteten vereinen, ob es Lehrende oder Studierende sind, Bessere abzuwehren. In einer solchen Situation kann dann eine herausragende Persönlichkeit etwa im Kultusministerium, wie es FRIEDRICH ALTHOFF in Preußen vertrat, noch am ehesten die Situation durch gute Neuberufungen bessern. Aber die verantwortungsbewußte Persönlichkeit mit der erforderlichen Macht muß dann vorhanden sein. Gerade die Mittelmäßigkeit neigt zu jenem

Dogmatismus und jener Orthodoxie, mit dem einer durch Treue zu einem Meister sich auszeichnen will, zu einem "päpstlicher als der Papst", oder einem scholastischer als LINNÉ, darwinistischer als DARWIN, marxistischer als MARX. In der Wissenschaft können solche Typen sehr unangenehm werden.

Aber sich bescheidende Mittelmäßige können auch wichtige Dienste leisten. Etwa im Erschließen von Akten in der Wissenschaftsgeschichte. Jede Diskriminierung und willkürliche Entlassung kann auch hier böse Folgen haben. Der recht genial auftretende RICHARD B. GOLDSCHMIDT (1959, S. 162/163) schildert den langjährigen Marburger Zoologie-Professor EUGEN KORSCHELT als jemanden, der ausgezeichnete Nachschlagewerke verfaßte, als Assistent mit dem ebenfalls dort arbeitenden Assistenten KARL HEIDER das bedeutende 'Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere' schrieb', aber KORSCHELT "steuerte" in seinen Veröffentlichungen "keine eigenen Ideen oder grundlegende neue Erkenntnisse bei, die ihn auf die gleiche Stufe wie die wirklich Großen der Zoologie hätte stellen können. ... Er war der Prototyp eines guten Hochschullehrers, der auf sämtlichen Gebieten seines Fachs zu Hause war und dem nichts fehlte außer der Brillanz der Persönlichkeit." In anderem Zusammenhang meinte GOLDSCHMIDT (1959, S. 165): "Der wissenschaftliche Fortschritt bedarf jedoch nicht nur des seltenen Genies, das mit einem einzigen Sprung ein beträchtliches Stück des Aufstiegs zum Gipfel bewältigt, sondern auch jener langsamen, stetigen Wanderer, die ihren Weg in kleinen, aber sicheren Schritten zurücklegen."

Wer in der Politik ist so "genial", daß er von seinem Volke, seine Gesellschaft auch zukünftigen Schaden abwehrt und nicht dem Trott gegenwärtiger Tendenzen folgt?

### **Persönliche Charaktereigenschaften und Erfolge in der Wissenschaft**

Für den Wissenschaftshistoriker ist es schwierig, nahezu unmöglich, eine dem Forschungsstand der Psychologie entsprechende Beschreibung oder gar Erklärung der Charaktere der Wissenschaftler namentlich jener der Vergangenheit zu liefern. Es ist ja ebenso noch kaum möglich, etwa die Ereignisse der napoleonischen Epoche aus den psychischen Charakteren der handelnden Hauptpersonen heraus einigermaßen zu erklären und die Geschichte damit auf psychologische Grundlagen zu stellen. Die Verbindung von

Psychologie und Geschichte ist noch vage, die Ergebnisse einer Deutung historischer Ereignisse aus psychischen Eigenschaften wichtiger handelnder Personen sind umstritten. Wie viel wurde schon geschrieben und gerätselt über die Person HITLERs. Es galt und gilt weithin, was ERWIN ACKERKNECHT (1957, S. 30) bei dem Versuch einer charakterlichen Beurteilung von VIRCHOW meinte: "Doch in unserem gegenwärtigen Stadium der psychologischen Ignoranz ist dem Historiker diese "Essenz" der Persönlichkeit fast unzugänglich; sie stirbt mit ihm. Die Historiker bleiben an die bescheidene Sphäre dessen gebunden, was die Menschen sagen und tun, an ihre Werke, die in den Grenzen ihrer Persönlichkeit bleiben oder - häufiger - über sie hinausgehen können".

Wissenschaftliche Leistung ist wohl mit recht verschiedenen Charakterzügen verknüpfbar, aber sicherlich nicht mit allen. Schon die Fähigkeit, in der eigenen Umgebung äußere Ordnung zu schaffen, war bei den verschiedenen Wissenschaftlern recht unterschiedlich ausgeprägt. Herrschte bei manchen Forschern überall im Laboratorium und in den Arbeitsräumen peinliche Ordnung, so war für VIRCHOW eben der unaufgeräumte Arbeitstisch ebenso typisch wie für EHRLICH die Belegung jedes freien Platzes im Arbeitszimmer mit wissenschaftlichen Büchern, Zeitschriften und Sonderdrucken. Das schloß für EHRLICH nicht aus, im Laboratorium nur mit peinlich sauberen Reagenzgläsern zu arbeiten.

Sicherlich gibt es Charaktereigenschaften, welche die Tätigkeit als Wissenschaftler begünstigen oder behindern. Der Physiker OTTO ROBERT FRISCH (1981, S. 55) hob bei EINSTEIN hervor, daß er sich "auf geradezu wundervolle Weise **konzentrieren**" konnte und meinte, "daß dies sein Geheimnis war. Stundenlang konnte er denken, und zwar mit der totalen Konzentration, zu der die meisten jeweils nur während Sekunden fähig sind." Zu den wissenschaftliche Erfolge begünstigenden Charaktereigenschaften wurde fernerhin etwa das '**Explorationsverhalten**' gezählt. Als seine Kennzeichen wurden genannt (R. SIETMANN 1984, S. 120) "Neugierde und Feinfühligkeit für Probleme sowie eine Bereitschaft zu unkanalisiertem, breit gefächertem (divergentem) Denken. Kreative Menschen können schneller als dickfelligere Naturen Probleme festmachen und mit feinen Abstufungen beurteilen". Da Neugierde und die Fähigkeit ungewöhnliche, nur anscheinend 'dumme' Fragen zu stellen, gerade Kindern zukommt und vielen Erwachsenen

eher verlorengelassen, so hat man auch gemeint, daß gerade erfolgreiche Forscher sich viel von einem kindlichen Gemüt bewahrten, ja gerade das Voraussetzung ihrer Forschung war. Auch in ihrem Freizeitverhalten käme dann gerade bei bedeutenden Forschern manchmal etwas Kindliches zutage. Wer wirklich reif wird, nichts mehr von der leider auch nicht so häufigen Aufgeschlossenheit eines am Wissen interessierten Studenten behält, wer sich vor allem seiner Obrigkeit anzupassen sucht, der ist wohl kaum ein Neuerer in den Wissenschaften. Ein echter Forscher mit der langwierigen Routine eines Beamten oder 'Bürokraten' ist kaum vorstellbar. Aber es gibt sicherlich ausreichend auch den Wissens- und Wissenschaftsverwalter. Weiter wird hervorgehoben die '**Elaborationsfähigkeit**' (R. SIETMANN 1984, S. 120): "Das Vermögen mit einer gewissen Hartnäckigkeit die für Umsetzung und Verwirklichung von Ideen erforderlichen Voraussetzungen zu schaffen". Mit dem wachsenden Aufwand wurde es auch aufwendiger, sich die nötigen Räume und Apparate zu sichern. Der theoretische Physiker oder auch viele Mathematiker kamen mit wenig Papier und einem Schreibgerät aus. Aber etwa der Vererbungsforscher des 20. Jh. benötigte ausreichende Versuchsflächen und Personal. Als der ansonsten großartige Pflanzenphysiologe WILHELM PFEFFER in Leipzig dem Botaniker CARL CORRENS solche Flächen nicht zur Verfügung stellen wollte, konnte dieser nur Leipzig verlassen, um anderswo, zuerst in Münster und dann in Dahlem bei Berlin am Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie seine großartigen Vererbungsforschungen durchzuführen. Auch der zu einem führenden Züchtungsforscher aufsteigende ERWIN BAUR mußte einen großen Teil seiner Energie und Zeit damit verbringen, daß er ein eigenes Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg in der Mark erhielt. Der Nachrichtentechniker HANS-WILHELM SCHÜBLER in Erlangen meinte, daß es "halt eine Menge Fleiß und ganz schlichte, sture Arbeit" verlangt, um etwas zu einem abgeschlossenen Ergebnis zu bringen. Es gibt Gebiete, wo man sich - überspitzt - pro Jahr nur eine Idee leisten darf, weil man wenigstens diese Zeit braucht, um festzustellen, ob etwas daran ist" (zitiert aus: R. SIETMANN 1984, S. 125). Mißerfolge dürfen den Forscher nicht zurückschrecken. O. R. FRISCH (1981, S. 267) meinte: "Ein Experte ist bekanntlich jemand, der jeden erdenklichen Fehler gemacht hat." Genannt wird als ein für den Wissenschaftler erforderliches Charaktermerkmal fernerhin die "**Ambiguitätstoleranz**" (auch: Frustrationstoleranz) (R. SIETMANN 1984, S. 125). Das bedeutet die Fähigkeit, eine Zeitlang mit ungelösten Problemen leben zu können, ohne dabei "demotiviert zu werden". Wie lange mancher Wissenschaftler damit herumging,

ein Problem zu lösen, wurde an anderer Stelle erwähnt, so etwa KEKULÉ bei seiner Suche nach einer Formel für das 'Benzol' mit 6 Kohlenstoff- und 6 Wasserstoff-Atomen, wobei es darum ging, das der Kohlenstoff 4 Valenzen und der Wasser 1 Valenz besitzt. Die **'Fähigkeit zur kontrollierten Regression'** besteht darin, die fließenden Gedanken bildhaft zu einem Ganzen, auf das angestrebte Ziel hin zu vereinen. Das steht im Gegensatz zu dem Gedankenfluß zu dem als stockend denkenden, unschöpferisch gesehenen Menschen. Das **'Systemdenken'** definiert R. SIETMANN (1984, S. 125) als die "Fähigkeit, komplexe Sachverhalte auf die wesentlichen Strukturen zurückzuführen (Komplexitätsreduktion). Als **'Feldunabhängigkeit'** wird die Fähigkeit zum Perspektivenwechsel gesehen, nach R. SIETMANN: "kreative Menschen lassen sich nicht in ein Korsett etablierter Begriffe, Meinungen und funktionaler Gegebenheiten zwingen, sondern können Bekanntes und Vertrautes unter neuem Blickwinkel sehen, ordnen und gegebenenfalls neu definieren." Als notwendig erscheint noch **'Intelligenz'** im Sinne von schneller Auffassungsgabe. Allerdings gibt es vielleicht auch den nicht erfolglosen Langsamdenker, bei dem der 'Groschen' verspätet, aber dafür sicher fällt. Als eine Charaktereigenschaft wird fernerhin genannt **'Persönliche Unabhängigkeit'**. Darunter ist für die Kreativität vor allem die innere, die geistige Unabhängigkeit zu verstehen, jene, die notfalls auch in der Verbannung oder gar im Gefängnis funktioniert. "Um originell zu sein", wird MATUSSEK zitiert (b. R. SIETMANN 1984, S. 125), "muß man sich von Modeströmungen freihalten und auf den Beifall der Vielen verzichten. Der Originelle hat ein Gespür für das noch nicht Denkbare, die Unbekümmertheit um Verfehmung und Tabus."

**Fleiß** und **Pflichtgefühl** sind sicherlich wichtige Eigenschaften des Naturwissenschaftlers, wohl noch mehr als des Künstlers, der oft nicht noch eingehend untersuchen muß, sondern vor allem seine ihn überwältigen Ideen in eine Form, ob Wort, Musik oder Bild, bringen muß. Fleiß und Pflicht allein können aber andere Eigenschaften nicht ersetzen. Der Botaniker J. REINKE meinte (1925, S. 384): "Gewiß, die Pflicht diktiert Fleiß, Wahrhaftigkeit, Selbstkritik; doch die Förderung der Wissenschaft würde ihr nicht gelingen: sehr viel vermag die Pflicht, unendlich mehr die Liebe!"

Bedeutende Gelehrte haben immer wieder nach der Richtigkeit dessen gefragt, was sie behaupteten, haben **Fragen veröffentlicht** und andere **um Mithilfe, ja Kritik** gebeten. Das gilt für NEWTON, der im Anhang zu seinem Werk

'Opticks' 'queries', gilt für den immer wieder ändernden DARWIN, weniger für den selbstgerechten HAECKEL (WEINGARTEN und WENZEL 2009).

Es gibt interessante Befunde darüber, warum es ausgerechnet **ROBERT KOCH** gelang, der zu Recht allgemein anerkannte **Entdecker der bakteriellen Ursachen von Seuchen** und überhaupt von zahlreichen Infektionskrankheiten zu werden. Es gab schließlich noch etliche Mediziner, welche die Infektionskrankheiten auf winzige Erreger, auf Bakterien oder andere Mikroben, zurückführten. Auch sie wußten, daß man zum Beweis dieser Ansicht diese Mikroben isolieren, in Reinkultur züchten und in gesunde Tiere (oder gar den Menschen) injizieren muß, um aus der Erkrankung der infizierten Lebewesen auf die krankmachende Natur der Mikroben zu schließen. Aber aus der richtigen Einsicht folgte noch nicht die Fähigkeit, die diffizilen Experimente durchzuführen. So war es bei dem Jenaer Botaniker HALLIER oder bei dem Mediziner EDWIN KLEBS. Der letztere galt als ein Mann von "bewundernswertem Ideenreichtum" und auch hoher technischer Begabung, dem etwa die Filtration bakterienhaltiger Flüssigkeiten durch poröse Tonzellen gelang (B. HEYMAN 1932), als ein Mann "voll sprühender Ideen, lebhaften Austausches der Gedanken, höchster Anspannung der Kräfte", der im September 1872 auf der Naturforscherversammlung in Leipzig seine Gedanken über die Bedeutung der Mikrokokken bei der Entzündung darlegte (P. ERNST 1914) und sogar den festen Nährboden für Bakterienkulturen einführte (B. NAUNYN 1925), ein Mann, "dem es versagt blieb, zu den ganz Großen der Wissenschaft zu gehören", obwohl er vieles "vorweggenommen oder vorweg geahnt" hat (W. KÖHLER und H. MOCHMANN 1988, S. 1037). Ein Zeitgenosse von E. KLEBS, B. NAUNYN, hatte festgestellt (1925, S. 223): "Solange es sich um das bloße Auge handelte, war er der ruhige Forscher, unter dem Mikroskop aber wurde schon seine Intuition den Bakterien gegenüber von seiner Phantasie beherrscht, und dem Experiment stand er wenig kritisch gegenüber". Oder OTTO LUBARSCH urteilte (1931, S. 48): "Klebs...war einer der begabtesten Menschen, die ich je in meinem Leben kennengelernt habe. Neben einer ausgezeichneten Beobachtungsgabe, einer sehr gründlichen Ausbildung in der Morphologie und Physiologie und einer ungemein großen Erfahrung besaß er die große Fähigkeit des unmittelbaren Erschauens (Intuition), und er würde viel Größeres und Bleibenderes geschaffen haben, wenn sich damit Geduld und Selbstkritik verbunden hätte. Aber diese Eigenschaften fehlten ihm theils von Geburt an, teils hatte er sie mit Zunahme seiner

Mißerfolge in steigendem Maße verloren..." Der friedlose Mann, der in Zürich noch einmal eine Professur gefunden hatte, überwarf sich schließlich mit jedermann, lehnte Lehre ab, und die Studenten drohten mit Auszug nach Straßburg. Ohne Anspruch auf Altersversorgung trat KLEBS zurück, ging unter anderem als Arzt nach Chicago und fand später noch einmal ein Arbeitszimmer im pathologischen Institut in Berlin, immer eine 'aufbrausende Natur', wie alle diese gewiß 'ehrlich und aufrichtig', um die Lebensbeschreibung in der Münchener Medizinischen Wochenschrift (E. PAUL 1914) abzuschließen. "Alle wissenschaftlichen Schwächen und Mißerfolge", schloß LUBARSCH seine persönlichen Erfahrungen mit EDWIN KLEBS (S. 74), "entsprangen seinen unglücklichen Charakteranlagen".

So wurde eben der nicht an einer Universitätseinrichtung, sondern in dem Städtchen Wollstein westlich Posen, wo ROBERT KOCH als Kreisphysikus und als Freizeitforscher an der Aufklärung des Milzbrandes arbeitete, die Bakterientheorie für wenigstens eine Infektionskrankheit bewiesen. Dabei muß KOCH, wie festgestellt wurde, keine übermenschlichen Fähigkeiten besessen haben. Gesunder Menschenverstand mit sauberer Arbeit waren nötig. K. B. LEHMANN meinte (1933, S. 111): "Und dabei war nichts in der neuen Arbeit, was einen Übermenschen an Genialität zum Erdenken und Verstehen zu erfordern schien, auch kein besonderer Glücksfall hatte geholfen, - nein, der Erfolg beruhte hier ganz auf dem streng planmäßigen Durchdenken und geschickten Überwinden einer langen Kette von vorausgesehenen und von vielen weiteren, erst im Laufe der Arbeit aufgetauchten Schwierigkeiten". KOCH hat diese Arbeitsweise auch anderswo noch bewiesen, aber im mittleren Alter, als er in Afrika Untersuchungen anscheinend vorzeitig beendete, warf ihm viel später in seinen Lebenserinnerungen sein Mitarbeiter und vierter Nachfolger in Berlin, FRIEDRICH KARL KLEINE (1949, S. 34) auch vor, daß KOCH zwar nicht den unermüdlichen Fleiß verlor, "doch die Geduld." Nur vom Glück begünstigt hätte KOCH seine Cholera-Expedition mit einem Erfolg, der Entdeckung des wohl richtigen Erregers, rasch, eigentlich viel zu rasch, beenden können. "Er", heißt es weiter bei KLEINE, "fürchtete" später "etwas zu versäumen, an Problemen vorüberzugehen, die auch er noch zu lösen wünschte." Es gab auf dem gerade von KOCH stark miteröffneten Forschungsgebiet bald viele Mitarbeiter in den verschiedensten Nationen, also Konkurrenz. Aber KOCHs Beiträge zur Malaria-Forschung, die gewiß nur Teile der Probleme lösten und anderen viel Raum lassen mußten, haben doch viel bewirkt. Eine neue Wissenschaft braucht eben manchmal einen großen



repräsentierenden Mann, der trotz Fehlern eigentlich auch anderen zukommende Ehrungen auf sich vereint.

Es wurde manchmal debattiert, ob es angeborene Charakterzüge des Menschen gibt, die ihm eine Erkenntnis der Welt erlauben und daß ebenso vielleicht noch in den Bereich der Normalität fallende psychische Eigenschaften existieren, welche diese Erkenntnisfähigkeit vielleicht einschränken. Solche Erörterungen wurden von verschiedensten Seiten her versucht. Fachwissenschaftler haben sich ebenso dazu geäußert wie Philosophen, Psychologen und vor allem im 20. Jh. „Ethologen“ (Verhaltensforscher). Zu einem endgültigen Ergebnis gelangte man nicht. Als sich der Geologe SERGE von BUBNOFF (1953, S. 4) mit dem russischen Geologen TSCHERNYSCHJEFF über Fehler und stark kritisierte Ansichten des Bonner Geologen STEINMANN unterhielt, meinte TSCHERNYSCHJEFF schließlich über STEINMANN: "Schon recht, aber der Funke Gottes ist ihm". Mit anderen Worten: Der 'geborene' Wissenschaftler bleibt ein solcher, auch, wenn er zurückzuweisende Ansichten entwickelt, welche der Fortgang der Wissenschaft überholt.

Eine nicht uninteressante Behauptung lautet, daß der bedeutende Wissenschaftler psychologisch ein ziemlich einseitig strukturierter Mensch sein kann, ja, daß es günstig ist, wenn er nicht alle Für und Wider erörtert, bevor er neue Ideen in die Öffentlichkeit wirft. Zu viel Reflexion könne bei der Kreation neuer Ideen hemmen. Der Dichter PAUL ERNST habe einmal zu dem Philosophen GEORG SIMMEL gesagt, daß zum Schöpferischen ein großes Teil Dummheit gehört. SIMMEL, meinte ERNST, fehle es an Naivität, er ließ die Vieldeutigkeit der Erscheinungen gelten (zitiert bei M. DESSOIR 1946, S. 164). Auch WILLSTÄTTER plädierte dafür, daß der Wissenschaftler auch ohne Rücksicht auf alles, was andere irgendwo einmal gesagt haben und nicht alles einem arbeitenden Forscher bekannt sein kann, forschen soll, unabhängig von der Gefahr, "daß manches oder vieles schon in der Literatur vorweggenommen ist.... Solcher Schaden, wenn es Schaden ist, ist erträglich. Aber entscheidender Schaden droht, wenn wir zuvor uns von den Bemühungen aller Vorgänger Rechenschaft geben, vom erdrückenden Umfang der gesammelten Erfahrungen vorangegangener Generationen".

So wurde behauptet, daß die Aufmerksamkeit der Gelehrten nur auf bestimmte Objekte gelenkt wird und dadurch vieles Wichtige ringsherum keine Beachtung

findet. Einseitige Hypothesen und Lehren sind dann die Folge. Der bereits einige Male wegen seiner allgemeinen Ansichten zitierte Physiologe MAGENDIE (s. 1839. S. 161) sagte: "Einer der grössten Nachtheile, die mit dem Studium der Wissenschaften verknüpft sind, besteht darin, dass man sich für eine Idee leidenschaftlich interessiert und überall nichts als diese sieht. Und dieses ist dem menschlichen Geist so natürlich", daß man sehr auf der Hut sein muß. Der Hydrobiologe AUGUST THIENEMANN (1959, S. 32) berichtet, wie auf Exkursionen mit dem Greifswalder Zoologieprofessor G. W. MÜLLER zwar Artenkenntnis vermittelt wurde, so über die Ostracoden als von MÜLLER bevorzugte Spezialgruppe, aber die Frage nach den Ursachen des Vorkommens bestimmter Arten in bestimmten Lebensräumen ausblieb. THIENEMANN selbst hat später erfolgreich gerade das versucht und auf das Wechselspiel der verschiedenen Faktoren in der Natur verwiesen. Wie er meinte, habe er schon als Student, bei MÜLLER, eine Ahnung von seiner späteren Überzeugung besessen: "Der naturverbundene Biologe kann wahres Verständnis auch für das kleinste Teilgeschehen in der Natur nur gewinnen, wenn er den Blick für das ganze nie verliert, wie er auch andererseits (WAGNER hat es einmal so ausgedrückt) "vergeblich das Ganze zu gewinnen sucht, wenn er es nicht schon in seinem geringsten Teil begreift". Das aber war offensichtlich nicht jedem gegeben, zwar THIENEMANN, aber noch nicht MÜLLER.

WERNER HEISENBERG meinte (1978, S. 67) in seinen "Erinnerungen an Niels Bohr", daß der "Begriff der Komplementarität" genau zu der philosophischen Grundhaltung von NIELS BOHR paßte, der in der Unzulänglichkeit der menschlichen Ausdrucksmittel ein zentrales philosophisches Problem sah.

Der US-amerikanische Wissenschaftshistoriker und Wissenschaftstheoretiker TH. S. KUHN setzte in seiner Theorie der wissenschaftlichen Revolutionen regelrecht als Prämisse, daß der Mensch von Natur aus konservativ ist und Änderungen des Weltbildes und der grundlegenden wissenschaftlichen Ansichten feindlich gegenübersteht.

Um Anerkennung zu finden, muß auch der Umgang mit den Kollegen, mit anderen Forschern, in der richtigen Weise geschehen, was auch an bestimmte Charakterzüge gebunden ist. Wer seine Resultate zurückhält, mißtrauisch gegenüber seinen Kollegen ist, wird verachtet werden (W. B. CANNON 1945, S. 31).

### **Unterscheidung der Wissenschaftler nach unterschiedlichen Fähigkeiten**

Forscher in Typen zu ordnen wird immer unvollkommen sein, aber hilft beim Beschreiben-

Unterschieden wurden die Gelehrten etwa bei LINNÉ nach ihrer **Bedeutung**. Er selbst sah sich als den "Generalissimus" der Pflanzenkunde der Welt, "verlieh" den anderen Botaniker seiner Zeit militärische Ränge, unterschied also Hauptleute, Leutnants, Feldwebel u. a., so wie ein Papst "selig" und "heilig" spricht. Gerade die niederen Chargen waren mit ihrer Einordnung nicht zufrieden.

DIDEROT (1746, s. 1961) wußte, daß Menschen mit verschiedenem Temperament Gott verschieden sehen. Sicherlich gilt verschiedene Sichtweise auch für die Betrachtung der Natur, zumindestens für das Herangehen an deren Erforschung. Der Göttinger Physiologe RUDOLF WAGNER unterschied 1842 unter den Wissenschaftlern 1. **die reichbegabten Naturen** mit einer Fülle von Talenten und ausdauerndem Körperbau und 2. **die einseitigen Genies**, die ohne breite Grundlage oft aus unscheinbaren Tatsachen eine große Entdeckung herausfiltrieren. Zu den reichbegabten Genies, also der 1. Kategorie, rechnete R. WAGNER LINNÉ, HALLER, CUVIER, BERZELIUS, ALEXANDER von HUMBOLDT. Zu den spezialisierten Gelehrten wurden GALILEI, KEPLER, HARVEY, NEWTON, DAVY gezählt. Ob GALILEI nun weniger allgemein talentiert war als LINNÉ kann sicherlich bezweifelt werden. Der Physiologe BANCROFT unterschied 1. die "**guessers**", die "Vermuter", die unter Anwendung von Theorien und Hypothesen arbeiten, 2. die "**accumulators**", die "Anhäufer", die Tatsachensammler, die "freilich oft einfallsreiche und feinsinnige Methoden anwenden, um neue Sachverhalten aufzudecken" (W. B. CANNON 1945, S. 69 / 70). POINCARÉ (1921, S. 8 ff.) sah ein ganz unterschiedliches Herangehen bei Mathematikern, verwies auf Analytiker und Geometer. Er verglich (S. 10) eingehender die im 19. Jh. wirkenden fast gleichalten französischen Mathematiker JOSEPH BERTRAND und CHARLES HERMITE: "Sie haben gleichzeitig die gleiche Schule besucht, sie genossen die gleiche Erziehung, waren die gleichen Einflüssen unterworfen. Und doch welcher Unterschied! Das geht nicht nur aus ihren Schriften hervor: in ihren Vorträgen, ihrer Redeweise, ja selbst in ihrem Äußeren spricht es sich aus. Ihre Züge sind allen ihren Schülern unauslöschlich eingepägt." Frage: wurden die Schüler nicht auch eigenständig? Aber wieder POINCARÉ: "Bertrand ist beim Reden in steter Bewegung; bald scheint er einen äußeren Feind anzugreifen,

bald zeichnet er durch eine Handbewegung die Figuren seiner Studien. Augenscheinlich erblickt er etwas und möchte es malen, darum nimmt er seine Zuflucht zu darstellenden Bewegungen. Ganz anders Hermite; seine Augen scheinen die Berührung mit der Welt zu fliehen; nicht außen, in seinem Innern sucht er die Erkenntnis der Wahrheit."

Sehr bekannt unter den Wissenschaftler-Klassifikationen wurde jene des Physikochemikers **WILHELM OSTWALD**, der sich nach seinem Ausscheiden aus der Universität Leipzig mit allgemeinen Fragen der Wissenschaft befaßte und unterschied "**Klassiker**" und "**Romantiker**". An dieser Einteilung gab es es manche Kritik, so jene, daß die Einteilung ohne die Psychologen und ohne zureichende psychologische Kriterien gemacht worden war.

### **Denkschnell, eher "romantisch", manchmal fast widerlich**

"Romantiker" (H. BROCKMANN 1960, S. 20) sind ideenreich, wollen viel verwirklichen, haben großen Schülerkreis, sind aber auch sprunghaft, erschöpfen sich.

Verwiesen wurde schon vorher auf **sprunghaft wirkende** Gelehrte, die als eine Art Pioniere in Neuland oft nur eine neue Schneise anreißen, während andere ein Stück Land lebenslang und systematisch kultivieren. Von dem Chemiker FERDINAND FRIEDLIEB RUNGE heißt es dann bei OTTO N. WITT (1894, S. 149): "In capriciöser Weise sprang sein Geist von einem Arbeitfelde auf ein anderes, ohne das Reifen der auf dem ersten gesäten Frucht abzuwarten. Spätere Forscher haben dann auf Gebieten, die sie aus eigenem Antriebe als neu in Angriff nahmen, RUNGE's Spuren wiedergefunden. Als Pionier auf dem Felde der technischen Chemie hat er gewirkt und wenn er dadurch häufiger als wir Epigonen in die Lage kam, die Wonne des Entdeckens zu geniessen, so ist er dafür doch auch dem Loose aller Pioniere verfallen, die Frucht seines Schaffens für Andere reifen zu sehen".

Manche Forscher kommen, im allgemeinen wenigstens in ihren Fachgebiet, rasch auf immer neue Ideen. Sie quellen regelrecht hervor. Von dem Münchener Botaniker KARL Ritter VON GOEBEL berichtete sein zeitweiliger Mitarbeiter ERNST KÜSTER (1960, S. 101): "Mit sprudelnder Fülle kamen ihm Gedanken über Gedanken, mit leidenschaftlichem Drang nahm er ihre experimentelle

Prüfung sogleich in Angriff. Das kleine dem Institut angebaute Gewächshäuschen war gefüllt mit seinen Versuchen; was der Zufall ins Netz gehen ließ, wurde mit gleicher Sorgfalt ausgenutzt wie das planvoll Vorbereitete." Ebenso heißt es bei KÜSTER (1960, S. 123) von dem in Neapel kennengelernten Botaniker GOTTLIEB HABERLANDT: "... stand damals auf der Höhe seiner produktiven Jahre, mit ihm zu reden war ... stets eine Freude ... wegen des Reichtums der Einfälle, die aus seinem Kopfe unablässig sprudelten; er scheute sich nicht, auch kühne und allerkühnste vorzutragen und zu verteidigen; das gab jeder Unterhaltung eine temperamentvolle Stimmung - ..." Pflanzen'schlaf' wie Hormone bei Pflanzen und Zellkulturen stammen in manchem von HABERLANDT.

Als "typischer" erfolgreicher Romantiker wurde P. EHRLICH, der Entdecker des Salvarsan, beschrieben. F. DESSAUER (1958, S. 167) sagte von ihm: "Von seinen Ideen ganz erfüllt und erschüttert, sprach er gerne und hinreißend davon. Und ich habe ihm oft stundenlang zugehört und er hat Institut und Besucher vergessen, wenn er so "laut dachte". Von ihm ging ein fortgesetzter Strom aus. Er quoll über, er riß mit, bewegte, überstürzte sich - während Röntgen ganz still wurde. Wie manchmal war ich bei Ehrlich in seinem Zimmerchen, wo jeder Stuhl und jeder Tisch mit Zeitschriften hoch bepackt lag, und seine Aufforderung: "Bitte nehmen Sie Platz", nicht eben leicht zu befolgen war". EHRLICH, und auch darin soll er sich als 'Romantiker' verhalten haben, nahm die Anfeindungen nach der Entdeckung des Salvarsan sehr ernst, als das neue Medikament auch Nebenwirkungen zeigte oder nicht immer voll half. DESSAUER meinte (1958, S.168): "Ehrlich, der seinen Aufregungen und Schmerzen lebhaften Ausdruck verlieh, erlosch sichtbar unter dem Andrang von störenden Geschehnissen".

Die von Ideen erfüllten Gelehrten möchten oft weithin wirken, suchen ihre Anker in alle möglichen Bereiche zu stoßen und auch in der Philosophie sich zu äußern. HAECKEL meinte, daß auf der Grundlage der Abstammungslehre die gesamte **Kulturwelt mit Religion und Schule umzustoßen** sei.

Bei den "Romantikern" hat die Umgebung manchmal durch die immer neuen Ideen auch zu leiden. FRANZ HOFMANN war der erste Inhaber eines kleinen Instituts für physiologische und pathologische Chemie an der Universität Leipzig, aber trotz des von ihm berichteten scharfen Verstandes und seiner

großen Arbeitskraft, war sein Einfluß auf die Entwicklung der physiologischen Chemie nicht sehr groß, was der Mediziner A. STRÜMPELL (1925, S. 92) darauf zurückführt, daß HOFMANN seine meisten Untersuchungen nicht zum völligen Abschluß brachte und bei einem abzusehenden Ergebnis sich bereits einer neuen Frage zuwandte. Auch seine Schüler wurden immerfort auf neue Untersuchungen gelenkt und der Assistent FLÜGGE, später ein führender Hygieniker, kam aus dem Chefzimmer mit den Worten: "Heute hat aber der Chef einen hohen Blutdruck. Er hat wieder eine Menge Ideen für neue Arbeiten, die wir ausführen sollen."

### **Der bedächtige, faktenbezogene, fast langweilige Typ**

Die Kritiker solcher weitausgreifender Vorstellungen wie bei HAECKEL waren dann oft eher sachliche, sich auf überschaubare Gebiete beschränkende Forscher, eben "Klassiker". Lange nach OSTWALD sagte der Biochemiker HANS BROCKMANN (1960, S. 20) über die Klassiker, sind "jene, die in steter, planmäßiger Arbeit über viele Jahre ihr Lebenswerk aufbauen und es erst im höheren Alter zu krönendem Abschluß bringen."

Als ein Muster eines "Klassikers" wird JOSEPH BLACK genannt, der durch wenige, aber gediegene Arbeiten auffiel, so 1756 über die Experimente mit Magnesia und die Verfolgung des Kohlendioxids und die Forschungen zur Begründung des Begriffs Wärmequantum (H. GUERLAC 1970). Der große Physiker HELMHOLTZ (H. RAMSER 1989, S. 352) ) war auf mehr Gebieten tätig, aber bewundert wurde auch dessen Gelassenheit, von dem etwa sein Assistent in Heidelberg JULIUS BERNSTEIN berichtet: "Kein Mißgeschick war imstande, die bewundernswerte Ruhe und Gelassenheit, welche dem Temperament von Helmholtz eigen war, zu erschüttern, auch das Ungeschick eines anderen konnte sie nie aus dem Gleichgewicht bringen." Der Botaniker JOHANNES REINKE, der auf Grund solider pflanzenphysiologischer Forschungen im Alter von 30 Jahren eine Professur erhielt und gegen HAECKELs Monismus schrieb, meinte in seiner Autobiographie "Mein Tagewerk" (1925, S. 158) ganz sachlich: "Auch war ich mir meiner beschränkten Leistungsfähigkeit wohl bewußt". Mit solcher Einstellung leben die Menschen vielfach auch länger, wobei man auch denken kann, daß die eher auf Nüchternheit und Sachlichkeit angelegten Naturen auch mit der Potenz zu einem längeren Leben ausgestattet sind. Der Umgang mit Menschen solcher

Einstellung ist meistens sehr viel angenehmer als der mit den von ihren Ideen Überwältigten, die oft ihre Einseitigkeit nicht sehen. Von dem führenden Zell- und Gewebeforscher ALBERT VON KOELLIKER berichtete PHILIPP STÖHR (1906, S. 297): "Die nervenzerreibende Hetze unserer Tage liess Koelliker unberührt: ohne Hast stetig ging er seinen Weg." Er konnte einerseits jede Minute ausnutzen, auch zwischen den Vorlesungen, aber rechtzeitig vor Erschöpfung ging er zur Erholung und war in der Freizeit ein passionierter Jäger. Als Klassiker sah sich auch der Landwirtschaftswissenschaftler WILHELM FLEISCHMANN, der bedeutende Forschungen für die Milchwirtschaft durchführte. Er meinte von sich: "Ich arbeite langsam, deshalb brauche ich viel mehr Zeit als andere Menschen, denen es leichter von der Hand geht, und ich muß zulegen, wo die anderen feiern können" (zitiert aus: G. WIEGNER 1921, S. 261).

Manche Menschen werden allerdings mit ihren Arbeiten nie fertig, weder vollkommen noch unvollkommen.

Ein ruhiger, sich seiner Fähigkeiten wie seiner Grenzen bewußter großer Forscher im 20. Jh. war auch der Biochemiker ADOLF WINDAUS, führender Erforscher der Steroide und entscheidend beteiligt an der Entdeckung des Vitamin D. Von ihm sagte in einer Gedenkrede HANS BROCKMANN (1960, S. 20 ff.) unter anderem: "Hang zu Disziplin und Ordnung ... Systematisches Arbeiten nach einem großangelegten Plan, zähes, konsequentes Verfolgen einer Idee, Zurückhaltung bei der theoretischen Ausdeutung experimenteller Befunde. ... Die klare Begrenzung der Arbeit auf Gebiete, auf denen er sich als Meister fühlen durfte; und auch die Begrenzung dieser Arbeit selbst sowie des Mitarbeiterstabes auf einen Umfang, der jederzeit übersehbar war. ... nie mehr als 10 - 15 Doktoranden ... Kein Wort zuviel ... Begabung, verwickelte Dinge durchsichtig zu machen ... nobles Über-den-Dingenstehen ... Nie ... das Bild des nervösen, überhetzten oder verärgerten Chefs geboten, ... den Kopf freigehalten für das, was ihm wichtig erschien ... Zu keiner Zeit ... sich ... auf größere literarische Arbeiten eingelassen, zu keiner Zeit ... sich in Verwaltungs- und Organisationsfragen verzettelt ... Mann der Distanz und inneren Reserve. Persönliche Vertraulichkeit war selten. ... allen wohlwollte, die guten Willens waren ... ein Lehrer, unter dessen Obhut es sich gut arbeiten ließ." WINDAUS war durchaus Begründer einer "Schule" und von seiner Wirkung zeugte, daß Schüler von ihm 10 chemische Lehrstühle in Deutschland und 2 in den USA besetzten.

Gibt es auch **Eigenschaften**, welche **allen eigen** müssen, die wirklich nach Erkenntnis streben, also wirklich Wissenschaftler sind, und nicht verkappte Parteipropagandisten oder dergleichen? Es wurde gemeint (s. a. A. J. CAIN 1979, S. 603), daß es einen großen Kontrast gäbe zwischen Forschern auf der einen und Politikern sowie Religionsführern auf der anderen Seite. Bei den letzteren gibt es Zupacken, auch allein um der Macht wegen, und keine dauernden Überlegungen über die Richtigkeit ihrer Handlungen, wenig Skepsis gegenüber sich selbst, nur bedingt Zukunftssicht. Es wird nicht von Hypothesen geredet und der Notwendigkeit der ständigen Überprüfung im Experiment.

Unterschiedlich sind auch die **Fähigkeiten** in der **Zusammenarbeit** mit anderen und in der **Organisierung** von größeren Gruppen und Instituten. In der Erforschung der Kohlenhydratchemie hat HEINRICH KILIANI viel allein gearbeitet, kaum Mitarbeiter benötigt und das kleine Medizinisch-chemische Laboratorium an der Universität Freiburg, wo er ab 1897 wirkte, war ihm angemessen (W. HÜCKEL 1949). Der Chemiker EMIL FISCHER dagegen griff ins Große, war ein umfassender Organisator. Unter den Vererbungsforschern war CARL CORRENS der Einzelforscher, auch in seiner leitenden Stellung am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Berlin-Dahlem, wo er immer noch am liebsten selbst seine Versuchspflanzen künstlich bestäubte. Er war fast das Gegenteil zu dem organisatorisch befähigten ERWIN BAUR, dem durch unermüdliche Agitation gelang, im Rahmen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft 1928 das große Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg in der Mark ins Leben zu rufen, um im Großen und mit zahlreichen Hilfskräften neue Sorten von Kulturpflanzen hervorzubringen.

### **Ergänzungen der verschiedenen Begabungen im Wissenschaftsbetrieb**

Wissenschaftler mit verschiedenen Fähigkeiten können sich gut **ergänzen**. Die verschiedenen Typen werden benötigt. Das ist auf viel bescheidenerem Niveau wie im Märchen der Gebrüder GRIMM mit den verschiedenen "Sechs", die "um die ganze Welt kommen", weil jeder seine Spezialfähigkeit einsetzt. Der eine bringt sie zusammen, ein zweiter rupft mühelos Bäume auf, ein dritter ist scharfssichtiger Augenmensch, eine läßt aus größerer Entfernung durch sein Blasen Windmühlenflügel sich bewegen, einer vierter ist Schnellläufer und schließlich kann ein weiterer durch das Bewegen seines Hütchens die



Temperatur regeln. In der Wissenschaft gibt es zum Beispiel Forscher, die mehr analytische Köpfe sind, und andere, die mehr spekulativ-deduktiv veranlagt erscheinen. Wenn die Begabung für die einzelnen im Wissenschaftsbetrieb erforderlichen Tätigkeiten unterschiedlich verteilt sind, können viele nicht an beliebigen Stellen eingesetzt werden.

Dem immer mit neuen Ideen hervortretenden Chemiker LIEBIG, der noch in späten Jahren an BERZELIUS vom innerlichen Verbrennen bei sich schreibt, steht der eher beamtenhafte sachliche LEOPOLD GMELIN (E. PIETSCH et al. 1939) gegenüber, der aber das chemische Wissen der Zeit in einem mehrfach aufgelegten Handbuch, einem Nachschlagewerk, solide zusammenstellte, was ebenfalls notwendig war. CANNON (1945, S. 70) meinte, daß die "Anhäufer", die "Ährenleser", "vielleicht keine neuen Unternehmungen ins Werk setzen, ... : " aber "füllen die Lücken, die unternehmendere und kühnere Geister bisweilen zurücklassen." Sammeln stand aber wohl auch am Anfang mancher Wissenschaft.

R. WILLSTÄTTER (1930, S. 522) brach eine Lanze für jene jungen Chemiker, die "hervorragende Begabungen für die stoffliche Chemie" aufweisen, "aber nicht selten zugleich empfindlichen Mangel an mathematischen und mathematisch-physikalischen Anlagen" zeigen. Unter den Begabungen für "stoffliche Chemie" waren bedeutende Chemiker, die neue Stoffe und Stoffgruppen erschlossen. Wissenschaft ist vielseitig. Für die verschiedenen Tätigkeiten werden unterschiedliche Fähigkeiten gefordert. Es ergänzen sich im Wissenschaftsbetrieb die verschiedenen Fähigkeiten oft so wie , die sechs Männer, die "Sechse", welche in einem bekannten Märchen wegen ihres ganz unterschiedlichen speziellen Könnens in wechselseitiger Ergänzung "um die ganze Welt kommen." Der eine aus dem Team der Sechs alle Hindernisse besiegenden Märchenpersonen hatte ein phänomenales Auge, der andere ein ausgezeichnetes Gehör, einer hatte die Kraft zum Antrieb von Windmühlen durch aus seiner Nase ausgestoßenen Wind, einer war ein windschneller Läufer und einer dachte rasch. Das denkschnelle und mit Einfällen ausgestattete "Genie" ist nur eine und nach K. E. von BAER (1835 / 1864, S. 99) nicht einmal die wichtigste Person in der Wissenschaft. BAER meinte, "daß alle großen Bereicherungen nicht durch bloße Einfälle oder rasche Arbeit, sondern nur durch anhaltenden Fleiß gewonnen sind", das also Fleiß zum Genie wenigstens hinzutreten muß. In manchen Wissenschaftsdisziplinen waren und sind mathematische Fähigkeiten notwendig. Aber das **tierische Verhalten** etwa bei

LORENZ und TINBERGEN oder die '**Bienensprache**' wurden von Forschern angegangen, welche der Mathematik fernstanden. Aber ihre Ergebnisse waren ein großer Einstieg. Aber 1953 (S. 57/58), schon damals, meinte LORENZ von sich: "Eine gewisse Trauer beschleicht den im Anschaulichen verhafteten Zoologen höchstens bei der Erkenntnis, daß die zunehmende Komplkation unserer Vorstellungen bald zu gänzlich unanschaulichen statistischen, ja vielleicht zu kybernetischen Methoden führen wird."

Im 20. Jh. gibt es ausreichend Beispiele für auch große Teams, die an einer gemeinsamen schwierigen Aufgabe wirkten. Besonders bekannt wurde die Wissenschaftlergemeinschaft in den letzten Jahren des Zweiten Weltkrieges in Los Alamos, die die Atombombe entwickelte. Es galt hier nicht nur anzuwenden, was die Theorie schon bereitgestellt hatte, sondern auch noch Grundlagenforschungen durchzuführen. Aber auch hier fand VICTOR WEISSKOPF (1991, S. 156), daß es in jedem der Unterteams "immer einen oder mehrere" gab, "die eine mehr tonangebende Rolle spielten", weil sie die meisten Ideen 'beisteuerten' oder "einfallsreicher" waren "bei der Umschiffung von Klippen", also mehr 'Führungseigenschaften' aufwiesen.

### **Vielseitigkeit in den Fachgebieten**

Auch einmal etwas anderes zu tun als nur in seinem Fachgebiet zu wirken wird etwa von dem Mitbegründer der Paläobotanik KASPAR Graf VON STERNBERG (1868, S. 155) als günstig geschätzt: "Denn ich habe die Erfahrung gemacht, dass ein längeres Beharren bei einerlei Gegenstand den Kopf weit mehr angreift, die Nerven erregt und den Schlaf benimmt, als wenn man Gegenstände wechselt. Diese Methode habe ich befolgt und mich wohl dabei befunden."

### **Revolutionäres im Verhalten von Forschern**

Die großen Forscher mußten alle einmal als "Revolutionäre" beginnen, denn ohne das hätten sie keine neuen Pfade beschreiten können, die sie zu neuen Erkenntnissen führte. Nur wer Neues erfand, gilt als Meister. "Wer ist Geselle - wer was kann, wer ist Meister - der etwas ersann", aber auch: "Wer ist Lehrling - jedermann." Nur Meister, und diese mußten auch immer lernen, wurden in normalen Zeiten auf die hohen wissenschaftlichen Stellen, namentlich auf die

Lehrstühle, berufen. Revolutionäre in einem bestimmten Gebiete zu sein, bedeutet nicht, es immer und überall zu werden. sein sollten. Noch keine 20 Jahre alt, hat ALBRECHT PENCK die damals junge Lehre von der Inlandeisbedeckung auch großer Teile von Mitteleuropa anerkannt und bald wichtige Beweise dafür zusammengetragen und veröffentlicht. Der sächsische Landesgeologe CREDNER lehnte die Auffassung zunächst jedoch ab, allerdings schloß er sich ihr doch bald an. In einer Autobiographie für seine Enkel schrieb PENCK, daß er sich als Jüngling zur Zeit der geologischen Kartierung in Sachsen habe ein rotes Hemd machen lassen zum Zeichen des Protestes gegen die autoritäre Behandlung wissenschaftlicher, kultureller und gesellschaftlicher Fragen (H. LOUIS 1958). PENCK hat in seinem Leben noch viele neue Ideen in der Geographie entwickelt, war aber ansonsten nicht der Typ des Revolutionärs. Auch EINSTEIN hat in seinen kulturellen Neigungen eher auf die guten Traditionen, etwa auf GOETHE, gesetzt (G. HOLTON 1998).

### **Konservatismus im Verhalten der Gelehrten**

Daß die Menschen und ebenso die Wissenschaftler konservativ sind, ist immer wieder einmal und von den verschiedensten erfahrenen Intellektuellen ausgesprochen worden. Der Mediziner STANISLAUS TÖLTÉNYI im Wien der ersten Hälfte des 19. Jh. meinte 1838 (S. XXXI / XXXII): "Wer es weiss, wie schwer Gewohnheiten, die man mit der Muttermilch eingesogen, preisgegeben werden, den wird es nicht befremden, dass Männer von einem philosophischen System genährt, an dieser Mutter bis in den Tod sich wohlgefallen." Wie E. MACH (1903, S. 259) sah, konnten **Vorurteile**. Festhalten an übernommenen Auffassungen, Garant sein, daß sich die Menschen unter ihrem Einfluß auch ohne großartiges Nachdenken instinktiv richtig verhalten. Vorurteile entstanden zum Vorteil für die rasche Beherrschung wiederkehrender Situationen. "Das Vorurteil", meinte MACH (1903, S. 259), "ist eine Art Reflexbewegung im Gebiete der Intelligenz". MACH schreibt von dem Fürsten, "der seine den rückständigen Sold ungestüm fordernde Leibgarde durch das übliche Kommandowort zum Abzug zwang, wohl wissend, daß sie diesem nicht widerstehen würde." Beim Wechsel der Dinge kann das Festhalten am Vorurteil jedoch in die Katastrophe führen, denn die jungen SS-Leute wurden schließlich mit einer Losung wie "Unsere Ehre heißt Treue" zum sinnlosen Ausharren veranlaßt, hier, wo man sich vieler Vorurteile rasch hätte entledigen müssen. Hier traf MACHs Wort zu von der Gewohnheit , durch die der Mensch, sie

"über das Leben statt in den Dienst desselben stellend, ein Opfer seines Irrtums wird. Es kann eben dieselbe Macht, welche uns geistig fördert, nährt und erhält, unter andern Umständen uns wieder täuschen und vernichten". Der Gelehrte kann durch Festhalten an einem Vorurteil um eine Entdeckung gebracht werden. WILHELM OSTWALD (1927, III, S. 180) behauptete, daß die Hemmung gegenüber allem Neuen ein eingeborener Urinstinkt des Menschen wäre, ohne jedoch andere Beweise als eben seine Erfahrung anzuführen. In KUHNs Hypothese der Struktur wissenschaftlicher Revolutionen war der Konservatismus der Gelehrten gegen Neuerungen eine der zentralen Aussagen. Manche Psychologen oder neurologischen Schulen wiesen auch auf eingefahrene bedingte Reflexe, die sich nur schmerzlich ändern lassen und diesen Konservatismus zu einer begründeten Eigenschaft machen. EMIL DU BOIS - REYMOND (1860, S. 87) meinte in seiner Gedächtnisrede auf den großen Berliner Anatomen und Zoologen JOHANNES MÜLLER, daß jeder Reformator auch einen Teil der von ihm bekämpften Irrtümer mit ins weitere Leben hinüberführt. Bei JOHANNES MÜLLER war das die von ihm weiterhin anerkannte "Lebenskraft", die etwa EMIL DU BOIS - REYMOND bekämpfte. Immerhin meinte auch einmal W. HEISENBERG (1972, 284): "Wenn man die Verzweiflung erlebt hat, mit der in der Wissenschaft kluge und konziliante Menschen auf die Forderung nach einer Änderung der Denkstrukturen reagieren, kann man sich im Gegenteil eigentlich nur wundern, daß solche Revolutionen in der Wissenschaft überhaupt möglich gewesen sind". Der Konservatismus verhindert andererseits, daß die Wissenschaft durch zu viele unsinnige Ideen in einen nicht mehr überblickbaren und in sich nicht mehr kohärenten Zustand, in ein allgemeines Chaos gerät. POPPER hielt es (1985, S. 60) für richtig, daß ein Wissenschaftler seine Theorie verteidigt. Ohne ihre Verteidigung ließe sich herausfinden, was eine Hypothese oder Theorie leisten kann. Manche scheinbar schon fallende Hypothese konnte durch weitere Forschung gerettet werden.

Manche hochkarätigen Forscher **lehnten von den meisten akzeptierte** und sogar in den Schulen gelehrte Auffassungen ab. Aber sie begründeten diese Ablehnung und hätten deswegen ihr Abitur bestehen müssen, denn die Kenntnis der abgelehnten Auffassung war ja da. Hätten moderne Abiturprüfer das anerkannt? Der mit bedeutendste Protozoen-Forscher des 19. Jh. EHRENBURG wollte nicht anerkennen, daß diese Tiere einzellig sind und nicht die Strukturen in ihnen Mägen oder Nieren sind. Der Physiker BIOT, der 61 Jahre, 1801 bis

1862, am Collège de France lehrte und führend in der Optik war, zog gegen die allgemein sich durchsetzende Wellentheorie des Lichtes zu Felde (L. FEBVRE 1995). Der große Chemiker BERTHELOT hielt die Atome für nicht real. War um 1900 bei manchen vom "Sterbebett des Darwinismus" die Rede oder wurde der Darwinismus zeitweilig sogar von dem führenden Genetiker WILHELM JOHANNSEN als eher spekulative Naturphilosophie bezeichnet, so konnte die Abstammungslehre in den 20er und 30er Jahren des 20. Jh. durchaus mit der Gentheorie der Vererbung verknüpft, ja auch eine viele sichere Grundlage gestellt werden.

### **Denkstile in Zeit und Raum**

Über nationale, ja rassische, 'völkische' Unterschiede in der Art des Herangehens an die Naturforschung wurde viel geschrieben. Erbliche Besonderheiten bei den Völkern und Rassen wurden dabei ebenso herangezogen wie die Tradition, die sich in den einzelnen Ländern oder wissenschaftlichen Gemeinschaften herausbildete. ROBERT ROBINSON glaubte festzustellen (1955, S. 438): "There is no such thing as British, or German, or Russian, or Jewish science, though it is true that the genius of many peoples has enabled them to make characteristic contributions. The French have a special lucidity of mind and expression, as well as elegance of technique, the Americans excel in organization of research, the Germans in thoroughness, the Japanese in attention to detail, while the Jews have imagination and theoretical insight. There is much overlapping of course; we may find a Memling among the Florentins."

### **Doppel-und Mehrfach-Entdeckungen als oft ungenaue Beschreibung des tatsächlichen Sachverhaltes und dabei Rolle der Persönlichkeit**

Argumente zur möglichen Rolle der Persönlichkeit bei wissenschaftlichen Entdeckungen lieferten die Doppel-und Mehrfach-Entdeckungen. Wenn zwei oder gar noch mehr Forscher zu fast gleicher Zeit eine bestimmte Entdeckung tätigten, dann, so wurde nicht einmal zu Unrecht die Schlußfolgerung gezogen, kann doch die eine Persönlichkeit durch eine andere ersetzt werden. Der Chemiker und Chemiehistoriker PAUL WALDEN meinte auf Grund solcher Doppelentdeckungen einmal (1925, S. 429), "daß zu gewissen Zeiten der Kollektivgeist der kulturtragenden Völker gewisse Probleme (auf Grund der

Summe von Erfahrungen, die im Bewußtsein der Gesellschaft lebendig sind) direkt formuliert und deren Lösung erheischt."

Gewiß treten bei einem bestimmten Stand einer Wissenschaft bestimmte Fragen in den Vordergrund, die vorher nicht so sichtbar waren oder wird eben auch durch bestimmte Ideen in anderen Bereichen zu bestimmten Zeiten eine bestimmte 'Brille' zur Verfügung gestellt. Die Rolle der Persönlichkeit verschwindet bei Doppel- und Mehrfach-Entdeckungen jedoch vor allem nur dann, wenn diese Entdeckungen sehr grob geschildert werden. Ganz abgesehen vom Wert mehrfacher Bestätigung einer Erkenntnis, gehen in den **Feinheiten des Herangehens**, in den weiterführenden Schlußfolgerungen und anderem die beteiligten Forscher meistens recht unterschiedliche Wege. Damit tritt dann auch bei den Doppel- und Mehrfach-Entdeckungen die 'Rolle der Persönlichkeit' wieder stärker hervor. So wurde gewiß die "**Erhaltung der Energie**" in den 40er Jahren des 19. Jahrhundert von mehreren Forschern, von MAYER, HELMHOLTZ, JOULE, erfaßt. Es gab aber etliche Vorarbeit und war numehr die Erfassung des Satzes von der Erhaltung der Energie regelrecht herangereift (Y. ELKANA 1970).

### **Bedingungen für das Entstehen neuer Ideen**

Wo, wann, unter welchen Umständen kommt ein Forscher auf neue Gedanken? Das ist eine Frage, auf die mancher gern eine Antwort hätte, um vielleicht bei sich selbst Gedanken hervorzurufen.

Viele kreative Forscher sagten, daß sich Gedanken nicht erzwingen lassen. E. MACH meinte (1903 a, S. 338): "Gedanken lassen sich aber nicht durch Häufung von Stoff und Unterrichtsstunden, überhaupt nicht nach Rezepten herausheizen und herausdressieren; sie wollen freiwillig wachsen. Gedanken lassen sich auch ebensowenig über ein gewisses Maß in einem Kopf anhäufen, als der Ertrag eines Feldes unbegrenzt gesteigert werden kann." Ähnliches dachte der 1915 mit dem Chemie-Nobelpreis ausgezeichnete Biochemiker RICHARD WILLSTÄTTER in seiner Autobiographie "Aus meinem Leben" (1958): "Ich konnte ... arbeiten, aber immer brauchte ich Freiheit und Muße. Wichtig und fruchtbar war die Stunde des Nichtstuns. Eine Fähigkeit Auserwählter ist produktive Faulheit. Man muß die Zeit haben, um darauf zu warten, daß es in uns denkt, und daß uns etwas einfällt. Zum Unentbehrlichen

im Leben gehört das Besinnliche, das Schöne und das Freundlich-Heitere. Die Stunde der Aussprache mit einem guten Freunde gehört auch dazu; es kann auch eine Freundin sein." Der Anatom CARL RABL meinte ähnlich (1885, S. 328): "Gute Theorien, wie gute Gedanken, lassen sich nicht erzwingen, man muss schon warten, bis sie selber kommen." Der US-amerikanische Physiologe WALTER BRADFORD CANNON (1945, 64) schrieb ähnlich, daß ihm plötzliche Ideen nicht kamen, wenn sein Kopf "müde war" oder er an seinem Arbeitstisch stand.

Daß die Alltagsarbeit auch an der Hochschule nicht unbedingt zu schöpferischem Denken anregt, wurde manchem Gelehrten schmerzlich bewußt. EINSTEIN hatte gewußt: "Es gibt an den deutschen wie an den amerikanischen Universitäten Lehrer, die ihre ganze Zeit so genau eingeteilt haben, daß sie imstande sind, ihre Vorlesungen in allen Details auszuarbeiten, und trotzdem noch Zeit zu eigenen Forschungen finden. Dann aber ist ihre Zeit schon so besetzt, daß sie keinen Platz für das Unvorhergesehene haben, für einen plötzlich entstehenden Gedanken an etwas, was mit der Wissenschaft oder dem Lehrberuf nicht zusammenhängt, für das Ausspinnen eines Traums, für ein Gespräch mit einem Menschen, der plötzlich auftaucht. Man wird etwas dürr, alles, was in einem schöpferisch und phantasievoll ist, wird in die wissenschaftliche Arbeit hineingesteckt oder in dem Unterricht an die Schüler verbraucht; man macht dann im täglichen Umgang oft den Eindruck einer ausgepreßten Zitrone und ist nicht imstande, ein interessantes Wort von sich zu geben. Solche Typen gibt es unter den Wissenschaftlern nicht wenige, und sogar manche unter den guten, wenn auch selten unter den wirklich schöpferischen Männern gehören zu diesen Typen" (aus PH. FRANK 1979, S. 148). Manchmal wird auch regelrecht erwartet, daß der hochbezahlte Gelehrte wie ein ständig rotierendes, immer agiles Wesen erscheint. Aber viele Forschung erfordert ungemeine Geduld. Wer viel hinter dem Alltag herrennt, wird kaum auch noch nachdenken können. Eine gewisse Weltflucht ist manchmal und für manchen Typen von Gelehrten jedenfalls, wichtig. Das Wesentliche muß vom Unwichtigen getrennt werden können. EINSTEIN meinte (zitiert aus: A. SCHILPP 1949, S. 1): "Als ziemlich frühreifem jungen Menschen kam mir die Nichtigkeit des Hoffens und Strebens lebhaft zum Bewußtsein, das die meisten Menschen rastlos durchs Leben jagt. Auch sah ich bald die Grausamkeit dieses Treibens, die in jenen Jahren sorgfältiger als jetzt durch Hypokrisie und glänzende Worte verdeckt war ..."

**Gegen** das Kreative steht auch die "**resignierte Anpassung**" (R. JUNGK 1966), der aufgegebenen Kampf um die eigene Denkfreiheit, um etwa von einem Chef befürwortet zu werden. Selbst etliche Zeit später eigenständige bedeutende Forscher wie der Botaniker KÜSTER (1960, S. 101) erlebte als Mitarbeiter GOEBEL in München: "... mich reizte zuweilen die Häufigkeit zum Widerspruch, mit der ich gezwungene finale Deutungen sich dabei zu wiederholen zu sehen glaubte; dem Meister meine Zweifel zum Ausdruck zu bringen, hätte ich freilich nicht gewagt."

### **Intuition**

Als "**Intuition**" wird das von verschiedenen Entdeckern mitgeteilte, aber auch dem Alltagsmenschen nicht fremde Phänomen verstanden, daß bei der Suche nach der Lösung einer Frage die **Antwort plötzlich im Bewußtsein** erscheint. Von 'Intuition' wird in der Psychologie oft gesprochen, wenn eine Entscheidung zwischen zwei oder mehr Möglichkeiten zu treffen ist und das aus dem 'Bauchgefühl' heraus getan wird. Aber bei Forschern und Denkern wird der Begriff 'Intuition' auch verwendet, wenn sie etwas völlig Neues entwickeln in Kenntnis gewisser Probleme, die ungelöst erscheinen. Es ist wohl **wie bei einem Künstler**, etwa einem Komponisten, dem ungesucht eine neue Melodie auftaucht und zum Niederschreiben auffordert,

Intuition wird an den verschiedenen Stellen im Erkenntnisprozeß benötigt, ob bei der Erfassung von Problemen, bei der Erstellung von Hypothesen zur Lösung eines Problems oder auch dabei, die geeigneten Experimente zur Widerlegung oder Bestätigung von Hypothesen zu finden. Auch Forschungsinteressen sind wohl intuitions gelenkt. WILHELM OSTWALD meinte etwa 1911 (S. 2238): "daß bei wirklich erfinderischen Geistern das Ergebnis immer früher da ist, als der Beweis dafür, und daß die sprunghaften, mehr auf einer Intuition, als auf bedächtig überlegten Gedankenschritten beruhenden Fortschritte eine ganz wesentliche Rolle in der Entwicklung der Wissenschaft spielen." VICTOR WEISSKOPF definierte (1991, S. 160), daß Intuition aus "halbbewußter Kenntnis" besteht, "einem bestimmten Gefühl, wie die Dinge funktionieren, auch wenn keine exakte Information zur Verfügung steht - , und dabei recht zu haben, hängt von einem gewissen Quantum Glück ab." EINSTEIN wird zitiert mit (b. A. KOESTLER 1966, S, 150): "Was Sie das volle Bewußtsein nennen, scheint mir eher eine Grenzbedingung zu sein, die nie ganz erfüllt werden kann.



Das hängt offensichtlich mit dem Sachverhalt zusammen, den man als Enge des Bewußtseins bezeichnet." Der Historiker FRANZ SCHNABEL (so zitiert von ERICH ANGERMANN in F. SCHNABEL 1988, S. 46) meinte zu **Neuem in der Menschheitsgeschichte** gar: "das Neue selbst ist noch niemals in der Geschichte geboren worden aus dem selbstgewissen gesunden Menschenverstand, sondern dazu gehören auch die irrationalen Kräfte von Gemüt und Leidenschaft, die verworren und dunkel sind und dennoch weiter führen als die alleinige Kühle und klare Ratio." Wie sehr kapiert man das?

Daß die "**Intuition**", die plötzliche Eingebung, bei verschiedenen Entdeckungen mitspielte oder gar entscheidend war, wird von verschiedenen Forschern berichtet. Eine Überprüfung solcher Angaben durch andere ist kaum möglich und es muß den Berichten geglaubt werden. Intuition sich demnach nicht erzwingen ließ, konnte nicht vorhergesehen werden. "Intuition" kann nicht in eine Forschungsplanung aufgenommen werden, ist "daher allen Forschungsplanern ein Greuel" (P. SITTE 1973, S. 338), aber kann natürlich bei durch Forschungsplanung angeregtem Denken auftreten. Intuition, das Aufblitzen von Ideen kommt bei dem Wissenschaftler wie beim Künstler vor, und der Chirurg BILLROTH (1910, S. 155) schrieb 1871 an HIS: "Es gehört zu den trivialsten Thorheiten unserer Zeit, in Wissenschaft und Kunst eine Art von Gegensatz sehen zu wollen. Die Fantasie ist die Mutter beider." Und über J. GRIMM, ALEXANDER von HUMBOLDT, JOHANNES MÜLLER, GAUß, den Chemiker FRIEDRICH WÖHLER schrieb BILLROTH (1910, S. 305) an den Komponistenfreund BRAHMS 1886: "Alle waren große Gelehrte, nicht nur durch ihre Verstandesmacht und ihr Wissen, sondern durch ihre mächtige Fantasie."

Besonders berühmt wurde die Auffindung der schließlich allgemein anerkannten Anordnung der Kohlenstoff-Atome in den kettenförmigen, den aliphatischen organischen Verbindungen und, 1865, in der Benzolformel durch AUGUST KEKULÉ (1890 / 1929). Immer wieder war er nach eigenen Worten in Gedanken damit beschäftigt, für die Anordnung der Atome in den organischen Verbindungen mit dem offensichtlich 4-wertigen Kohlenstoff und dann in der Verbindung "Benzol" mit der Summenformel  $C_6H_6$  eine Lösung zu finden. Die Lösung kam seinem Bericht nach im halben Dämmerzustand, in London, wo ihm die gaukelnden Atome erschienen und dann am Kaminfeuer in Gent, wo KEKULÉ zwischen den Jahren 1858 und 1867 Professor war. KEKULÉ schrieb

in der allerdings auch bezweifelten Erinnerung (zitiert aus H. A. STAAB 1985, S. 26 / 27): "Während meines Aufenthaltes in London wohnte ich längere Zeit in Clapham Road in der Nähe des Common. An einem schönen Sommertage fuhr ich wieder einmal mit dem letzten Omnibus durch die zu dieser Zeit öden Straßen der sonst so belebten Weltstadt; "outside", auf dem Dach des Omnibus, wie immer. Ich versank in Träumereien. Da gaukelten vor meinen Augen die Atome. Ich hatte sie immer in Bewegung gesehen, jene kleinen Wesen, aber es war mir nie gelungen, die Art ihrer Bewegung zu erlauschen. Heute sah ich, wie vielfach zwei kleinere sich zu Pärchen zusammenfügten; wie größere drei oder selbst vier der kleinen festhielten, und wie sich Alles in wirbelndem Reigen drehte. Ich sah, wie größere eine Reihe bildeten und nur an den Enden noch kleinere mitschleppten- Der Ruf des Conducteurs "Clapham Road" erweckte mich aus meinen Träumereien, aber ich verbrachte einen Teil der Nacht, um wenigstens Skizzen jener Traumgebilde zu Papier zu bringen. So entstand die Strukturchemie.

Ähnlich ging es mit der Benzoltheorie. Während meines Aufenthaltes in Gent wohnte ich ... in der Hauptstraße. Mein Arbeitszimmer aber lag nach einer engen Seitengasse und hatte während des Tages kein Licht. Da saß ich und schrieb an meinem Lehrbuch; aber es ging nicht recht; mein Geist war bei anderen Dingen. Ich drehte den Stuhl nach dem Kamin und versank in Halbschlaf. Wieder gaukelten die Atome vor meinen Augen. Kleinere Gruppen hielten sich diesmal bescheiden im Hintergrund. Mein geistiges Auge, durch wiederholte Gesichte ähnlicher Art geschärft, unterschied jetzt größere Gebilde von mannigfacher Gestaltung. Lange Reihen, vielfach dichter zusammengefügt; Alles in Bewegung, schlangenartig sich windend und drehend. Und siehe, was war das? Eine der Schlangen erfaßte den eigenen Schwanz und höhnisch wirbelte das Gebilde vor meinen Augen. Wie durch einen Blitzstrahl erwachte ich; auch diesmal verbrachte ich den Rest der Nacht, um die Conbsequenzen der Hypothese auszuarbeiten".

ALFRED WERNER (U. WANNAGAT 1967) in Zürich, der so viel an der Aufstellung fester Wertigkeiten wie bei KEKULÉ kritisierte und für viele anorganische Verbindungen eine neue Form der Strukturformeln fand, die Theorie der **Komplex-Verbindungen**, hatte eine Vorlesung über solche noch nicht als Komplexe beschriebenen Verbindungen auszuarbeiten. Damit geistig beschäftigt, erwachte er 1892, 26 Jahre alt, morgens gegen 2 Uhr, setzte sich sofort an den Schreibtisch und hatte abends gegen 17 Uhr die Grundzüge seiner

Koordinationslehre niedergelegt. Viele Jahre der Bestätigung folgten. Der einst von der Intuition Verwöhnte, litt aber schon in jungen Jahren an Kopfschmerzen, ergab sich auch dem Alkohol, war arteriosklerotisch und verhöhnt von den ihm einst zujubelnden Studenten. Es starb der 1866 im elsässischen Mülhausen geborene Chemie-Nobelpreisträger von 1913 am 15. November 1919 im Alter von nur 53 Jahren.

Im 20. Jh. berichtete über die Intuition bei der wichtigen Entdeckung der '**Transmitter**' des Nervensystems der führende Physiologe OTTO LOEWI (G. L. GEISON 1973, F. LEMBECK und W. GIERE 1968). Um 1904 war aufgefallen, daß manche Pharmaka auf manche Organe, etwa das Herz, wie manche Nerven wirken. Daraus wurde die Hypothese abgeleitet, daß die Nervenenden vielleicht durch Abscheidung chemischer Substanzen auf ein Erfolgsorgan, etwa das Herz, wirken. Das zu überprüfen, war ein überzeugendes Experiment erforderlich. Wie LOEWI selbst mitteilt kam ihm die Idee für ein solches Experiment nach Jahren im Traum in der Osternacht des Jahres 1920. Die Idee bestand darin, ein Froschherz mitsamt anhängendem Vagusnerv zu präparieren. Das Herz sollte mit einer Flüssigkeit, mit Ringer-Lösung, gefüllt werden. Der Nerv sollte gereizt werden. Anschließend galt es, die Flüssigkeit des gereizten Herzens in ein ungereiztes Herz zu übertragen. Schied er Nerv an seinem Ende eine Substanz aus, mußte sie in der Herzflüssigkeit möglicherweise so reichlich vorhanden sein, daß das mit ihr gefüllte Herz reagierte, als ob es selbst einen gereizten Vagusnerv besaß. Wie LOEWI mitteilte (in F. LEMBECK et al. S.182): "The night before Easter Sunday of that year I awoke, turned on the light, and jotted down a few notes on a tiny slip of thin paper. Then I fell asleep again. It occurred to me at six o'clock in the morning that during the night I had written down something most important, but I was unable to decipher the scrawl. The next night, at three o'clock, the idea returned. It was the design of an experiment to determine whether or not the hypothesis of chemical transmission that I had uttered seventeen years ago was correct. I got up immediately, went to the laboratory, and performed a simple experiment on a frog heart according to the nocturnal design". Das Experiment, wie oben beschrieben, gelang übrigens zur Zufriedenheit, wenn auch viele Details in den folgenden Jahren zu klären waren. Als Jude wurde LOEWI von den Nationalsozialisten aus Graz nach den USA vertrieben.

Ein weiteres wesentliches Konzept in der Chemie, das der homöopolaren Bindung, war Ergebnis von Intuition bei W. H. HEITLER (N. MOTT 1982) in Zürich 1927, als ein Föhn blies, Müdigkeit hervorrief und im Tagesschlaf die Lösung des Problems kam, über das er nachgedacht hatte. Er telefonierte mit seinem Kollegen LONDON, sie schrieben in der nächsten Nacht und hatten die Grundlinien ihrer Ideen bis zum Morgen auf das Papier gebracht. Während die Chemiker KEKULÉ sowie HEITLER und der Zoologe DRIESCH bei ihrer Intuition eine neue Hypothese aufstellten, galt LOEWIs Intuition einem eine Hypothese verifizierenden Experiment. Intuition spielte auch bei begrenzteren Entdeckungen eine Rolle.

Der Zoologe JOHANN WILHELM SPENGLER fand die Lösung für die merkwürdige Anordnung der **Nervenstränge der Mollusken** in dem Phänomen der '**Torsion**', einer Drehung der Körperstrukturen in der Keimesentwicklung der Schnecken, "in Neapel eines Morgens nach dem Erwachen", also 'schlagartig' (S. BECHER 1924, S. 27).

Nachdem in Frankreich und England die Vermutung aufkam, daß der Gelbkörper, das **Corpus luteum**, nicht so sehr der Schwangerschaftsvorbereitung diene als vielmehr weitere Ovulationen/Eisprünge unterdrückt, kam dem Innsbrucker Physiologen LUDWIG HABERLANDT (in C. ZANGERL 2014 Aufzeichnungen L, HABERLANDT 1921, S. 93) "an einem Februarabend des Jahres 1919 ganz plötzlich gleichsam wie durch eine höhere Eingebung" der Gedanke mit der Transplantation von Ovarien im Gelbkörperstadium bei Versuchstieren "eine hormonale Sterilisierung des weiblichen Tierkörpers herbeizuführen", wobei ihm "sofort die weitgehende Bedeutung der Sache voll zum Bewußtsein kam." Das konnte erfolgreich durchgeführt werden (s. a. E. HABERLANDT online 2014) und bis zu seinem frühen Tod am 22. Juli 1932 mit 47 Jahren offensichtlich durch Suizid mit Kaliumcyanid arbeitete er an einer Pille zur **zeitweiligen Sterilisierung bei der Menschenfrau**. Das stieß damals auf Gegenwehr.

Intuition, das Auftreten des entscheidenden und weiterführenden Gedankens im unerwarteten, aber oft im entspannten Augenblick, gab es auch beim Ingenieur, **beim Techniker**. Als JAMES WATT bewußt geworden war, daß die bisherigen NEWCOMENSchen **Dampfmaschinen** unnötig viel Wärme verbrauchen und eine Lösung mit Ersparnis von Heizmaterial nötig ist, fand er nach eigener

Bemerkung nach etwa 6 Monaten Nachdenken die entscheidende Lösung, den vom Dampfkessel getrennten Kondensator, als er am Nachmittag eines Mai-Sonntag 1765 im Grün von Glasgow spazierenging (A. HART-DAVIS 2001). Noch dauerte es etwa 10 Jahre, bis WATTs erste Dampfmaschine lief. Als der Chemotechniker CARL BOSCH (1874 - 1940) über den Aufbau der "**Kontaktöfen**" für die **Synthese des Ammoniak** aus den chemischen Elementen Wasserstoff und Stickstoff nachdachte, kam ihm nach eigener Darstellung die Idee für die Ofenkonstruktion, als er eines Sonntagmorgens im Casino der BASF Ludwigshafen mit einer Flasche Wein und einer Zigarre beim Frühstück saß (K. HOLDERMANN 1957, S. XXVI). Im Jahre 1921 meinte CARL BOSCH dazu rückschauend: "Wir können unbedenklich das phantaseivolle Schaffen des Industriellen als wesensgleich neben das rein künstlerisch Schaffen stellen. So wenig der Künstler letzten Endes Herr seiner Gedanken und Einfälle ist, so wenig ist es der Techniker. Es ist falsch anzunehmen, alles sei errechnet, alles sei erklügelt. Es kommt über ihn im geeigneten Moment, wie über den Künstler in seiner Schaffenslaune" (in Les Prix Nobel en 1931, zitiert aus K. HOLDERMANN 1957, S. XXVI).

Für die **Psychologie** hat SIGMUND FREUD (H. SPIEL 1994) gemeint, daß die von ihm zu erfassen gesuchten unbewußten Seelenzustände bei Dichtern gerade seiner Zeit, bei dem Wiener ARTHUR SCHNITZLER etwa, bei den erfundenen Figuren auch dargestellt, also vom Dichter ohne wissenschaftliche Suche auch gefunden worden waren. Auch bei FREUD gab es manche Intuition.

Von manchen Wissenschaftlern wurde die Ansicht vertreten, daß 'Intuition', 'Genialität' des Forschers nur in den frühen Stadien einer Wissenschaft nötig ist. Würde, meinte 1889 (s. 1892, S. 174) der Chemiker VICTOR MEYER (1848 - 1897), eine Wissenschaft ihre Ergebnisse in mathematischer Form und in voraussagbarer Weise beschreiben, so wäre die Rolle der 'Phantasie' eingeschränkt. In die 'Wildnis' der organischen Verbindungen um 1890 müßte noch 'viel Individualität', müßte das Genie mit seinem 'chemischen Gefühl' eindringen. Noch wüßte man nicht, was 'chemische Affinität' oder 'eine Valenz' sind. Das 'chemische Gefühl' jedoch wäre "ein Name, der verschwinden wird, sobald die fortgeschrittene Annäherung der Chemie an die mathematisch-physikalischen Disziplinen das Verständniß derselben erschlossen und ihm seine Rubrik unter den Methoden, die zur Erkenntniß des Neuen führen, angewiesen

haben wird". Aus der Wissenschaft der genies, so mußte man schlußfolgern, wurde dann eine Wissenschaft für alle.

CLAUDE BERNARD meinte, daß die Wissenschaft solche klaren Regeln und Anweisungen bringt, daß die Intuition des Arztes unnötig, ja schädlich wird. Auch der Zoologe und Verhaltensforscher KONRAD LORENZ hielt einiges von Intuition, aber meinte in einen Brief an O. HEINROTH (et. al. 1988, S. 256/257) vom 9. Januar 1939 auch: "Wunder gibt's keine und jedes solche intuitives Erfassen von Zusammenhängen ist ein Reagieren auf unanalysierte Merkmal-Komplexe. Will man beweisen und lehren, so muß man sich der Mühe unterziehen, die Grundlagen seiner intuitiven Urteile zu analysieren. Diese Aufgabe ist die wesentliche aller wissenschaftlichen Forschung. Der Intuitionslose ist ein trockener Schleicher und bringt zu nichts, der die Intuition nicht Analysierende bleibt ein Mystiker und hoffnungsloser Quatschkopf."

### **Notwendige Freiheit des Denkens und Freiheit in gesicherten Umständen**

Kaum zu Erfolgen in der Wissenschaft dürfte gelangen, wer stets so denken möchte, daß er anderen Menschen, gar autoritativen Personen, gefällt. Originalität wird stets auch anecken. Wille zu völliger Anpassung erstickt Kreativität. Wer nicht wenigstens mit seinen Freunden die abstrusesten und auch 'gefährlichsten' Gedanken erörtern darf, wird auch keine brauchbaren Gedanken finden. Eine gewisse Unfügsamkeit, eine oft nur äußere Einpassung in das normale 'bürgerliche Denken', ja eine gewisse 'Steppenwolf'-Mentalität im Sinne von HERMANN HESSE, werden den Wissenschaftler auszeichnen und auszeichnen müssen. Von EINSTEIN wird schon aus der Schulzeit berichtet (PH. FRANK 1979, S. 21), daß ihn dort auszeichnete "der unbändige Haß gegen jeden Zwang, der Menschen willkürlich von anderen Menschen auferlegt wird, der sie zu Automaten macht und hindert, ihrer natürlichen Anlage zu folgen". Hingabe an die Naturgesetze und Haß gegen die willkürlichen Gesetze der Menschen werden bei EINSTEIN beschrieben. ALFRED E. HOCHER, der immerhin als Psychiater vom Staat angestellt war, äußerte (1935, S. 149): "Im juristischen Sinne sind die Universitätslehrer "Beamte", aber dem richtigen Akademiker fehlt das dazugehörige richtige Beamtenbewußtsein; ..." Gerade kreative Menschen arbeiten oft ungern unter einer Aufsicht, gar einem Diktat, wie es in einem normalen Berufe üblich ist. Sie möchten ihre Zeit selbst einteilen, schon um die für geistige Arbeit günstigsten Stunden des Tages zu nutzen. Viele möchten sich auch nicht in ihr Werk hineinreden lassen, obwohl

moderne Wissenschaft viel mehr Teamwerk ist als einst und es nur Begünstigten möglich sein wird, im Sinne von W. OSTWALD "nicht von der Mitarbeit, dem Wohl-und Übelwollen anderer Menschen" abhängig zu sein. Das Hochschulwesen wurde von W. OSTWALD des gedankenlosen Raubbaus an den wertvollsten Köpfen beschuldigt. Jedoch wird der intelligente Kopf anderswo als de Hochschulen im allgemeinen noch mehr Einengung erfahren, wenn er nicht gerade an einem reinem Forschungsinstitut mit großartig großzügigem Chef Anstellung findet. Gewiß konnte bei Wohlverhalten der vorgesetztem Behörde sogar in der höheren Schule dem Fähigen so viel Erleichterung gewährt werden, daß er führender Forscher wurde, und zwei der führenden Forscher in der Radioaktivität und der jungen Elektronik, ELSTER und GEITEL, wirkten beruflich, mit Abminderungsstunden, als Lehrer am Gymnasium in Wolfenbüttel. Umgekehrt zeugte es nicht von großem Sachverstand vorgesetzter Leute, wenn der geniale HELMHOLTZ noch zur Zeit seines Ruhmes entgegen seinen Fähigkeiten und Wünschen auch die Grundvorlesungen im ersten Semester halten mußte. Die Befähigung zum Lehrer wie zum Forscher sind selten in einer einzigen Persönlichkeit vereint. Um in einer Gesellschaft zu leben, wird auch der genialste Denker in seinen Aussagen Kompromisse eingehen müssen, um nicht alle seine Vorgesetzten oder Freunde zu verprellen. Jeder aber, meinte M. SPERBER (1977 / 1994, S. 336) muß bestimmen, welchen Preis an intellektuellem Opfer, an "sacrificium intellectus", er im Interesse des lieben Friedens mit seiner "Umwelt" er bringen wird.

Es ist heute oft üblich, Wissenschaftlern nur Teilzeitverträge zu geben und wird argumentiert, daß durch Begrenzung der ihnen zu gesicherter Existenz gegebenen Zeit höhere Leistung erreicht, ja erzwungen werden kann. Der Physiologe CANNON (1945, S. 47 / 48) aber sah **Freiheit von Zwang im Materiellen**, in der andauernden Lebenssicherung, als günstig für einen Forscher an. "Begünstigt wird die Produktivität ferner dann," war CANNONs Ansicht, "wenn nicht der Zwang besteht, entschiedene Ergebnisse rasch oder innerhalb einer festgesetzten Frist zu erzielen. ... Zeit ist notwendig, Zeit zum Lesen und Nachdenken und Warten auf neue Ideen, weiterhin zum Ersinnen experimenteller Nachprüfungsverfahren und für deren kritische Anwendung. ... Für den eifrig und sachkundig Experimentierenden ist auch die leiseste Andeutung einer Zensur oder einer Bestrafung, im Falle er innerhalb einer bestimmten Frist keine Ergebnisse zutage fördert, fast mit Sicherheit von

Nachteil. Eine derartige Behandlung wird ihn eher mit Ängstlichkeit erfüllen als mit fruchtbaren Gedanken, Begeisterung für das Unternehmen und einfallsreichen Plänen, wie er es zum Erfolg führen könne." Er zitiert den britischen Physiologen MICHAEL FOSTER: "Muße ist die Mutter der Entdeckung." Gewiß muß von einem materiell sichergestellten Forscher auch einmal ein Ergebnis geliefert werden. Aber, um noch einmal CANNON zu erwähnen, vor allem muß auch Zeit zum Lesen sein.

### **Freizeit der Forscher**

Außerhalb ihrer unmittelbaren wissenschaftlichen Tätigkeit hatten führende Forscher kaum allzu hindernde Betätigungen. Von sexuellen Eskapaden wie bei manchen Künstlern hört man bei Gelehrten selten. Durchzechte Nächte fördern eben nicht wissenschaftliche Arbeit.

Beliebt waren **Wanderungen**, allerdings bei manchen bis hin zu riskanten Bergtouren mit Gipfelbesteigungen, ja Erstbesteigungen. Wanderungen und Kulturreisen galten als anregend für das Denken. Deswegen war München bei manchen beliebt. Aber anstrengender Sport wurde nicht unbedingt als fördernd angesehen. Der Botaniker KÜSTER (1960, S. 110) schrieb dazu: "Ich habe niemals Anlaß gefunden, den Ausfall des Turnens und des Sports für meine Person zu beklagen. Ich habe auch ohne diese Ertüchtigung ein langes gesundes Leben in ungebrochener Frische und mit ungewöhnlicher Arbeitfülle verbringen dürfen." Ja man könne vermuten, "ob vielleicht umgekehrt die Fernhaltung vom Sport mir Gesundheit und Arbeitsfähigkeit so lange erhalten hat," Aber schon vom Vater angeregt hatte KÜSTER "die Freude am Wandern zugleich mit der Befähigung zu umfangreichen Wanderleistungen ... Schon deswegen, weil es nicht wie manche andere Gymnastik das geistige Arbeiten ausschließt, sondern es gar wunderbar fördert; es kann nichts Schöneres geben als durch Wandern in der Natur die Gedanken frisch und den Kopf produktiv zu machen - ... "

Zur **Nebenbeschäftigung mit anderen Fachgebieten** und mit **Kunst** meinte KÜSTER (1910, S. 114): "... gewißlich gehen dem Hauptfach Zeit und Kraft verloren, wenn man Nebenfächer pflegen will - aber muß man dann auch auf das Heiraten verzichten, damit das "Hauptfach" nicht notleide?"



### **Forscher in der Lehre**

Mancher Wissenschaftler wollte nur forschen, nicht lehren. Andere haben festgestellt, daß **Lehre belebt und anregt**, weil sie einen regelmäßigen Zwang auferlegt und intellektuell anregend wirkt. W. JOHANNSEN (1901) führte auf die fehlende Lehre manche Trägheit bei dem Chemiker J. KJELDAHL zurück, der eben ausschließlich seine "ganz ungebundene Tätigkeit im Laboratorium" hatte. KJELDAHL hatte zwar die Methodik der Stickstoff-Feststellung in organischen Verbindungen wesentlich verbessert, aber dann kaum weitere Leistungen vorgelegt - wie ihm jedenfalls im Nekrolog von W. JOHANNSEN vorgeworfen wurde. Der erfolgreiche Forscher war in zahlreichen Fällen auch der anregendste Lehrer.

Gerade als Lehrer oder Kursleiter wurden manche Gelehrte weiter bekannt und in ihren Eigenarten geschildert, wobei letztere manches von ihrem Charakter wiedergeben. Der Anatom O. BRAUS (1901, S. 19) schildert etwa den reifen Zoologen und Anatomen JOHANNES MÜLLER: "Der mittelgroße Mann mit dem wunderbaren Denkerkopf auf den breiten Schultern, der ungewöhnlich hohen Stirn, die von schwarzen Haaren umgeben war, rollte langsam sein Haupt auf und ab, bald den Blick zur Erde senkend, bald wie suchend ihn umherschweifend lassend. Eine Stunde lang herrschte in dem überfüllten Auditorium die gespannte Aufmerksamkeit bewundernder Zuhörer." MÜLLERs Nachfolger auf dem Berliner Lehrstuhl für Physiologie DU BOIS - REYMOND besaß nach dem Urteil von LUBARSCH (1931, S. 21) eine für ihn 'etwas abstoßende, gezierte und selbstgefällige Rhetorik', aber fesselte den Kritiker dennoch "ungemein". Ein gewisses "Dauerpathos" erkannte bei DU BOIS - REYMOND der Psychiater A. HOCHÉ (1935, S. 84), so wenn DU BOIS - REYMOND nicht "aber", sondern "allein" sagte und sich würdevoll umdrehte, wenn er in Rhodankalium spukte, wie es ein Experiment verlangte.

**Dinge klar zu bringen** - nicht jeder Vortragende kann es. Gelobt wird durch den Physiker WILHELM HANLE (1989, S. 68/69) in dieser Hinsicht der Physiker DEBYE. Wenn auf Tagungen "ein Redner etwas unverständlich gesprochen hatte, so daß es niemand klar geworden war, dann sagte dies Debye in der Diskussion mit wenigen Worten so deutlich, daß jeder es verstand." DEBYE besaß auch eine "gute und geordnete Vorlesungssammlung ..."

### **Folgen der Erfolge für den Wissenschaftler**

Mißerfolge oder Erfolge wirken sich zweifellos auf den Gelehrten aus. F. DESSAUER schrieb (1958, S. 168) von RÖNTGEN, daß dieser nach seiner berühmten Entdeckung der X-Strahlen 1895 / 1896 aus dem Gleise geworfen war, und wurde der einsame, ernste, unnahbare Schweiger. Der Ruhm sollte nach W. OSTWALDs Ansicht mehr an dem Wissenschaftler des 'klassischen' Typs haften, während das Werk der 'Romantiker' schneller im allgemeinen Pool der Wissenschaft verschwindet.

### **Fortlaufendes, bis lebenslanges Lernen und dabei auch Umdenken der Wissenschaftler**

Da die Wissenschaft voranschreitet, ist das lebenslange Mitgehen wenigstens im eigenen Fachgebiet nötig. Der Mediziner von vor 1882 hat eben kaum etwas von Bakterien erfahren können, weil diese erst zu dieser Zeit als Krankheitsursache bekannt wurden. Gewiß, es wird oft möglich sein, die neuen Dinge in das vorhandene Weltbild einzubauen, zumal etwa in der Medizin eben viele Krankheiten schon als "ansteckend" galten und nunmehr eben endlich auch das fast erwartete Agens der Infektion gefunden war. Selbst die Molekulargenetik stürzte nicht die vorangegangenen Erkenntnisse der klassischen Genetik um, sondern rückte sie in ein ganz neues Licht. Einmal bis zum gegenwärtigen Stand der Wissenschaft zu studieren, wird weiterhin die notwendige Ausgangsbasis auch für das Weiterlernen sein, so im Sinne R. VIRCHOWs (1874, zitiert bei F. MARCHAND 1882, S. 24): "wenigstens einmal in seinem Leben muss jeder wissenschaftliche Mann sich in voller Kenntniss des gegenwärtigen Zustandes seines Faches und der grundlegenden Wissenschaften befunden haben. Sonst ist er veraltet, nachdem er kaum angefangen hat, selbständig zu arbeiten."

**Lernen im persönlichen Verkehr** ist oft besonders effektiv. ERICH VON HOLST hatte gefunden, daß vom Nervensystem auch autonome Impulse ausgehen, also das Nervensystem nicht nur auf Reize reagiert. KONRAD LORENZ hatte dazu Befunde getätigt, die zur Ansicht des VON HOLST beitrugen, aber sprach in einem Vortrag doch davon, hier an Kettenreflexe zu denken. VON HOLST sprach leise zur neben ihm sitzenden Gattin von LORENZ 'Idiot, Idiot' und sprach anschließend mit LORENZ. LORENZ sah sofort die Argumente des 5 Jahre jüngeren VON HOLST ein, überzeugt **in 10 Minuten**. Wie immer man die Verdienste von LORENZ für Forschungen über

Spontanität im Nervensystem einschätzt, "he had needed this "push" from another person" (F. B. WALTHER 1999, S. 462), wenigstens um seinerzeit seine Ansicht zu festigen.

Es kann auch passieren, daß ein Forscher sich auch in ein neues Fachgebiet einarbeiten muß, wenn er denn weiter tätig sein will. Es wird sicherlich kaum möglich sein, von einer Spitzenkoryphäe in Kernphysik zum roßen Genetiker zu werden, Aber etwa der japanische Chemiker und Genetiker SUSUMU TONEGAWA konnte doch innerhalb der Biologie wechseln. Er hatte (1988, S. 1060) bei DULBECCO in La Jolla bei San Diego in Kalifornien gearbeitet, aber 1971 mußte er auf Grund der Einwanderungsgesetze der USA die USA verlassen. Es wurde ihm in Basel eine neue Arbeitsmöglichkeit geboten. Hier aber stand die Immunologie im Mittelpunkt, Und TONEGAWA, Nobelpreisträger für Physiologie/Medizin 1987, berichtet in seinem Nobel-Vortrag (dtsch. 1988, S. 1060): "Für jemanden, der keinerlei Erfahrungen in Immunologie besaß und noch nie in der Schweiz war, bedeutete das eine drastische Umstellung. Tatsächlich waren die ersten zwölf Monate am Baseler Institut nicht leicht. ... Ich beschloß also Immunologie zu lernen, indem ich mit ihnen" - den dort Beschäftigten - "redete, Publikationen las und Fragen stellte. Ein Immunologe, *Ita Askonas*, und ein Genetiker, *Charlie Steinberg*, wurden meine Tutoren und halfen mir dabei, mich in ein völlig neues Gebiet einzuarbeiten." ITA ASKONAS war übrigens eine Frau. Der Nobelpreis bestätigte den Erfolg nach eigenen Forschungen. Später hat sich TONEGAWA, nunmehr am MTI in den USA, den Neurowissenschaften zugewandt.

### **Lebensalter und Erfolge in der Wissenschaft**

Das Altern geschieht bei den einzelnen Menschenindividuen sehr unterschiedlich. Manche altern früh, manchmal nach Jahren gewaltiger Gedankenarbeit. Andere bleiben länger leistungsfähig. Der junge Wissenschaftler hat sicherlich größere Fähigkeit, neue Ideen aufzunehmen und auch umzubilden. In Wissenschaften, in denen auf einer begrenzten Tatsachenbasis geniale Ideen einen Durchbruch bringen, wurde solche genialen Ideen oft von jungen Wissenschaftlern erbracht, die Anregungen rasch aufgriffen und zu Konsequenzen führten. Das war der Fall vor allem in Mathematik und Physik, auch in der Chemie, aber auch in anderen Wissenschaften, die noch ihre Grundlagen schufen. Der niederländische

Chemiker HENRICUS VAN'T HOFF war 23-jähriger Student, noch ohne akademische Grade, als er die Idee der räumlichen Struktur der Moleküle organischer Verbindungen mit dem "asymmetrischen Kohlenstoff-Atom" in der Mitte aufstellte (W. OSTWALD 1911). Der 1901 geborene Physiker WERNER HEISENBERG lieferte seine wichtigsten Beiträge zur theoretischen Physik mit kaum 25 Jahren und erhielt im Alter von 31 Jahren 1932 den Nobelpreis. Unter den Geologen beziehungsweise Geographen stellte ALBRECHT PENCK die Lehre von der Inlandeisvergletscherung in Mitteleuropa 1879 im Alter von etwas über 20 Jahren 4 Jahre nach dessen anerkannterer Begründung mit seiner 110 Seiten umfassenden bedeutenden Arbeit über die "Geschiebformation Norddeutschlands", die auf zahlreichen eigenen Beobachtungen beruhte, auf sichere Grundlagen. Vorher, 1877, hatte der junge Mann seinen zunächst kritischen Lehrer HERMANN CREDNER schon von der Inlandeisbedeckung weiter Teile Mitteleuropas überzeugen können und hatte damit nicht mehr nötig, zum Zeichen des Protestes gegen die autoritäre Behandlung wissenschaftlicher, kultureller und gesellschaftlicher Fragen (H. LOUIS 1958) ein rotes Hemd anzuziehen, wie er in einer Autobiographie für die Enkel schrieb. Im Alter von 24 Jahren, 1884, veröffentlichte PENCK sein regelrecht epochemachendes Werk über die Vergletscherung der deutschen Alpen, wiederum Ergebnis zahlreicher Feldbeobachtungen 1882, als er 24 Jahre alt war (E. NEEF 1960). Aber auch später hat PENCK noch vieles zustandegebracht. Der führende britische Geologe LYELL meinte um 1842 einmal zu DARWIN, daß es vielleicht am besten wäre, wenn alle Wissenschaftler vor ihrem 60. Lebensjahre sterben und so dem Altersstarrsinn entgehen - was er selbst aber auch nicht befolgte, sondern auch im höheren Alter wie viele noch wissenschaftlich tätig war (s. G. ZIRNSTEIN 1980). Es ist auch manchmal notwendig, daß man die in jüngeren Jahren gefaßten Ideen, ob Hypothese oder Theorie, ausbaut und weiter bekannt macht und in der Lehre verbreitet. Über den in Halle wirkenden älteren Zoologen und Entwicklungsphysiologen WILHELM ROUX heißt es bei dem in Halle jüngeren E. KÜSTER (1960, S. 115/116): "... war ein vortrefflicher Lehrer; Die Periode der Forschertätigkeit, der er an der Universität Innsbruck so erfolgreich nachgegangen war, lag unwiderrufflich hinter ihm; in Halle war er fast nur noch der Kommentator seiner eigenen früheren Schriften, Redakteur des Archivs für Entwicklungsmechanik, ein scharfer Kritiker und ein wohlwollender Freund für diejenigen, mit welchen er sich in seiner Wissenschaft eines Sinnes wußte." Als wohlwollende und die

Jugend beratende ältere Wissenschaftler werden in ihrer Emigration in den USA auch LOEWI und CHARGAFF geschildert.

In Forschungsgebieten, die auf einem immensen Tatsachenmaterial aufbauen, ist oft ein langes Leben erforderlich, um zu überzeugenden Schlußfolgerungen zu kommen. Der hauptsächliche Begründer der pathologischen Anatomie, der 1682 geborene und in Padua wirkende GIOVANNI BATTISTA MORGAGNI (L. BELLONI 1974) war fast 80 Jahre alt, als er 1761 sein richtungsweisendes umfangreiches Werk "De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis" (s. G. B. MORGAGNI 1771) veröffentlichte, in dem er die im Inneren des Menschenleibes erfolgten spezifischen Änderungen im Gefolge bestimmter Krankheiten beschrieb. MORGAGNI konnte dieses Werk erst abschließen, nachdem er in sehr vielen Jahren zahlreiche Kranke bis zu ihrem Tode kennengelernt hatte und dann die Leichen seziierte, um die am Lebenden nur von außen diagnostizierbaren Krankheiten mit Veränderungen an Organen im Inneren des Körpers in Verbindung bringen. Dann erst durfte die Feststellung gewagt werden, daß die Veränderung eines Organs mit einer bestimmten Krankheit zusammenhängt, ja möglicherweise deren Ursache ist. Es gibt auch kaum den jungen erfolgreichen Historiker, denn Quellenstudien erfordern Zeit und damit Lebensjahre. Vor dieser Arbeit kommt kein Ruhm zustande und der frühe Tod bedeutet den Fall in ruhmloses Vergessen. Kein Wunder also, daß in Statistiken Historiker und Archäologen als die Wissenschaftlergruppen mit der höchsten Lebenserwartung auftauchen.

Mancher Wissenschaftler war während seines gesamten Lebens Forscher und oft auch Lehrer. Manche aber haben nach einer oder wenigen Entdeckungen sich viel anderen Dingen zugewandt. Von dem dänischen Chemiker JOHAN KJELDAHL (W. JOHANNSEN 1901, S. 3888), der 1883 eine neue und stark verbesserte Methode der Stickstoffbestimmung von organischen Verbindungen einfuhrte, wird berichtet, daß die Lebhaftigkeit seines beweglichen Geistes, sein Reichtum an Ideen und originellen Einfällen sowie seine grosse Liebe für Kunst und Belletristik einen nicht geringen Teil seiner Kräfte in Anspruch nahmen, und so, kombiniert mit seiner zarten Konstitution, lautete das Urteil: "Arbeitsmensch war er nicht." Eine gewisse Abspannung oder jedenfalls ein Verbleiben in eingefahrenen Bahnen wird von alternden Wissenschaftlern öfters beklagt. Der Chirurg THEODOR BILLROTH schrieb in einem Briefe 1869 (1910, S. 87): ""Das Befahren der immer gleichen psychischen Bahnen macht

Geleise; es wird immer unbequemer, außer den Geleisen zu fahren; ja letztere werden so tief, daß man nicht herauskommt, ohne ein Rad zu brechen." Der fast 78-jährige schwedische Botaniker F. W. CHR. ARESCHOUG sagte nach Mitteilung seines Biographen und auch Botanikers BENGT LIDFORSS (1909, S. (55) kurz vor seinem Tode zu einem Schüler: "Siehst Du, mit der geringen Intelligenz, die ich noch besitze, muß ich mich streng auf ein begrenztes Gebiet konzentrieren, wenn ich nicht ganz Wertloses produzieren soll." Es wurde auch gesehen, daß der ältere Forscher namentlich in induktiver Weise, im Sammeln und Systematisieren noch viel leisten kann, ja gerade darin jüngere Forscher übertrifft (K. J. LAIDLER 1998).

Mancher Forscher zieht sich auch nach Erfolgen in jüngeren und mittleren Jahren zurück, lebt gar bis zu seinem Tode ohne größere weitere Forschungsbeiträge. VOLTA lebte nach seinen großen Entdeckungen, namentlich der Voltasäule, noch ein Vierteljahrhundert eher zurückgezogen (WILH. OSTWALD 1908). Im Gedächtnis der Nachwelt bleiben die großen Forscher im allgemeinen, wie sie in ihrer glänzendsten Zeit wirkten (WILH. OSTWALD 1908), nicht also etwa LISE MEITNER fast gebrochen im Altersheim, sondern als die Forscherin in Dahlem und danach. HANS JONAS (1991, S. 142) und HANNA ARENDT fanden als großen Altersvorteil, daß man in vorgerückten Jahren viel weniger auf andere Menschen Rücksicht nehmen muß, daß man karriereunabhängig wird und man sich viel klarer, freier zu äußern wagen kann als zu den Zeiten, da man auf die Akzeptanz durch Ältere angewiesen war.

Unterschiedlich ist die Fähigkeit der älteren Gelehrten zur Lehre. Von dem Göttinger Naturforscher BLUMENBACH heißt es in den Erinnerungen von STROMEYER (1875, S. 122), daß dieser ungeachtet seiner 71 Jahre "noch immer ein anregender, vorzüglicher Lehrer" war. "Er fesselte", heißt es, "seine Zuhörer durch Klarheit, durch einen geistvollen, charakteristischen Vortrag". BLUMENBACH las sogar noch mit fast 90 Jahren, jedoch nicht mehr so beeindruckend. Er soll noch seine alten Vorlesungshefte verwendet haben, in denen er an manchen Stellen aufgeschrieben hatte, welchen Witz er einflechten wollte. "Nun aber", hörte später der russische Student und angehende Chirurg PIROGOW (1894, S. 410), "war das Alter gekommen und der Inhalt der Witze dem Gedächtnis entschwunden, während der Hinweis auf den Witz noch am Rande des Heftes nachgeblieben war und vom gewissenhaften Professor seinen Zuhörern nicht vorenthalten wurde".

Mancher Gelehrte kann es schon aus eingespielter Gewohnheit nicht lassen, mit der Wissenschaft aufzuhören und selbst Ämter aufzugeben. CUVIER sagte 1832 zu dem jungen LOUIS AGASSIZ (E. C. AGASSIZ 1886): "Seien Sie vorsichtig und bedenken Sie, daß Arbeit tödtet". Am nächsten Tage fiel der viel arbeitende CUVIER auf der Tribüne der französischen Abgeordnetenkammer vom Schlage gerührt tot zu Boden.

Daß im Endeffekt stets die Jugend über die Alten siegt, eben weil die Alten abtreten und sterben müssen, unabhängig davon, ob die Jugend nun besser oder schlechter als ihre Vorgänger ist, müßte dem einsichtsvollen Gelehrten bewußt sein. WILLSTÄTTER schrieb 1932: "Es zeigt sich, daß wir Älteren, wenn wir auf den Anschauungen unserer Jugendjahre fußend am einmal Erfassten und Erarbeiteten zäh festhalten, immer im Unrecht sind. Wir bemerken, daß zum mindesten im Streit um die Gedanken, die für die Entwicklung der Wissenschaft maßgebend sind, wir Älteren unterliegen. Immer werden wir überholt und besiegt von den Jüngeren, die auf unseren Schultern stehen".

Es erscheint als die Tragik mancher älteren Forscher, daß sie, einst geniale, kreative Geister, im Alter nur durch die Bekämpfung aller Ideen auffielen, die sich gegen ihre Ansicht dennoch alsbald durchsetzten. In der Chemie fiel dadurch der einstmals so kreative HERMANN KOLBE in Leipzig auf, der viele der Theorien der Chemie des 19. Jh. mitgestaltete und einen Durchbruch bei den organischen Synthesen erzielte, jedoch als älterer Gelehrter neue, erfolgversprechende Ideen wie die die Konstitutionsformeln KEKULEs, der räumlichen Kohlenstoff-Atome von VAN'T HOFF und LE BEL 1874 und anderes in oft lächerlicher Form bekämpfte. WILHELM OSTWALD (1911, S. 2237) spottete dann seinerseits, daß sich KOLBE wie einst der alternde BERZELIUS "zum getreuen Eckart der organischen Chemie ernannt" habe, aber "dies selbstgewählte Amt mit mehr Eifer als Erfolg ausübte." Dinge, die vor der Öffentlichkeit stark bekämpft werden, werden aber besonders bekannt. Wider Willen hat KOLBE so zur anregenden Debatte um die von ihm bekämpften Ideen und damit auch zu deren schließlicher Anerkennung beigetragen. Gegen vieles Neue in der Biologie stand auch der alternde ERNST HAECKEL, der sowohl die von VICTOR HENSEN eingeführte quantitative Planktonforschung, die von jüngeren Zoologen und Botanikern seit etwa 1888 vertretene Entwicklungsphysiologie wie auch die Neubegründung der Abstammungslehre auf der Vererbungslehre ablehnte. Angesichts der Autorität HAECKELs

war das für die Betroffenen nicht belanglos. Tragisch verlief das Leben des Anatomen KARL BOGISLAUS REICHERT. Als junger Mann hatte er in seiner Dissertation in Berlin 1836 - 1838 belegt, daß die Gehörknöchelchen der Säugetiere Bestandteilen im ursprünglichen Kiefergelenk der Reptilien entsprechen, eine hoch anerkannte Leistung (O. RIEPPEL 1983, S. 105/106). Es war es durchaus berechtigt ihn auf Grund seiner Arbeiten 1843 als Professor der Anatomie an der Universität Dorpat zu berufen, von dort 1853 nach Breslau, und 1859 auf den Berliner Anatomie-Lehrstuhl (u. a. E. DU BOIS-REYMOND 1918). Aber REICHERT "erstarrte" früh in seinem Denken. Der Mediziner NAUNYN erinnerte sich (1925, S. 76) bei REICHERT an "viel Unruhe, dabei einiger Lärm, ein stetiges Sicharbeiten und ewiges Ereifern gegen vermeintliche Unterschätzung seiner selbst", was REICHERT "jeden, der ihm nicht eine besondere Verehrung schon entgegenbrachte, schwer erträglich" machte. NAUNYN meinte weiter (S. 79): "Einen sehr bedenklichen Einfluß konnte Reichert auf so unentwickelte Naturen, wie ich eine war, ausüben durch seine zur Schau getragene Geringschätzung fast aller anatomischen und physiologischen Schulen gegenüber der seinen." Unter solchem Einfluß verkennt man als junger Mensch unter Umständen, andere, erfolgversprechende wissenschaftliche Entwicklungen gebührend wahrzunehmen. Gefährlich ist, wenn jemand noch vom einem gewissen Ruhm wegen vergangener Leistungen umgeben ist und er nicht bemerkt, daß er wegen geistigen Abbaus nicht mehr im bisherigen Sinne wirken kann. So hat der große Chirurg FERDINAND SAUERBRUCH seine Sklerose-Erkrankung nicht wahrhaben wollen und zuletzt beim Operieren fatale Fehler mit tödlichem Ausgang begangen. Die Berliner Charité hat den einst verdienten Mann 1948 entlassen müssen.

Mit der Zunahme der Zahl der Wissenschaftler erschien auch das Problem der alten (R. JUNGK 1966), auch zu alten, jedoch - zu Recht - versorgungsberechtigten Wissenschaftler und deren weitere Einsetzung im Wissenschaftsbetrieb. Der alternde Physiker BOLTZMANN (zit. bei E, ZIMMER 1942, S. 84) bedauerte einmal angesichts einer noch umstrittenen physikalischen Frage: "man bedauert fast, sterben zu müssen, lange vor ihrer Entscheidung. O unbescheidener Sterblicher! Dein Los ist die Freude am Anblick des wogenden Kampfes."

Viele Wissenschaftler sind dem Schicksal eines REICHERT oder SAUERBRUCH ausgewichen, indem sie schon **in der Mitte des Lebens eigene**



**experimentelle Arbeiten aufgaben** und Theoretiker wurden. Der als führender Anatom agesehene WILHELM WALDEYER (R. B. GOLDSCHMIDT 1959, S. 58) "war durch eine klassische Arbeit über das Ovar der Säugetiere bekannt geworden", hat dann aber fast nur als Autorität in der Lehre oder begnadeter Redner gewirkt. Eine "glückliche Idee" war, die bei Zelluntersuchungen bekannt gewordenen fadenförmigen Strukturen 'Chromosomen' mit diesem Namen zu benennen, dies ohne selbst zu ihrer Erforschung beizutragen. Die Bezeichnung setzte sich durch, blieb, zeugt von der Bedeutung, welche etwa in der Lehre einer erinnerungswürdigen Namensgebung zukommt. Die mit bedeutenden Experimenten hervorgetretenen Mitbegründer Entwicklungsphysiologie DRIESCH und WILHELM ROUX (R. GOLDSCHMIDT 1959, S. 64 ff.) gaben experimentelle Arbeit auch relativ früh auf und wurden Theoretiker, auch Anreger, DRIESCH nach einer Privatdozentur für Philosophie in Heidelberg 1920 gar Ordinarius für Philosophie in Köln, 1921 in Leipzig. Viele **Nobel-Preisträger** und andere bedeutende Forscher haben **in ihren letzten Lebensdezennien** theoretische oder philosophische oder allgemeine Lebensfragen und sogar politische Gedanken in oft umfangreichen Elaboraten veröffentlicht. Manche dieser Verfasser fielen durch sehr eigenwillige und auch nicht bestehende, ja nichtakzeptable, fast abstruse Gedanken auf. Manchmal wurde über diese verbreitete Altersarbeit gespottet. Aber es lohnt sich die Lektüre mancher! Wer möchte sie missen, die **Alterswerke** der LORENZ, DE DUVE, G. M. EDELMANN oder auch des sich um den Nobelpreis betrogen fühlendem CHARGAFF. Mit Nobelpreis oder überhaupt gesicherter Existenz konnte man Dinge äußern, die anderen und gar Jüngeren die Existenz hätten kosten können. Es trat manches Originelle in die Gedankenwelt. Eben derer, die es sich leisten konnten!

'**Überaltern**', physisch wie intellektuell, können auch **Institutionen**. Neue Akademien wurden gegründet von Männern im leistungsfähigen Alter. Dann wurden die Akademiebegründer und ersten Akademiemitglieder alt. Zugleich wurden sie hyperkritisch gegen alle jüngeren Leute. Sie sollten weniger taugen als sie selbst, wobei der Wunsch danach auch der Vater des Gedankens war. So wurden Akademien oder auch andere Institutionen zu Einrichtungen alter Herren, wie in der Politik die 'Gerontokratie' untergehender kommunistischer Staaten um 1989 vorführte. Institutionen, einst für eine Sache ins Leben gerufen, entarten nach einiger Zeit leider oft in einen Apparat zur Machterhaltung der bisher an der Macht Befindlichen und zur Abwehr jener, die

von außen nach Höherem drängen. LOTHAR SCHÄFER urteilte (1983, S. 147 / 148), "daß jede Struktur bzw. Organisation, die als Mittel zur Erreichung eines bestimmten guten Zweckes geschaffen wurde, früher oder später ihre eigene Selbsterhaltung und Machtsteigerung höher schätzen wird als den primären Gründungszweck und ihm sogar entgegenwirken kann".

Nicht die altehrwürdige deutsche Akademie der Naturforscher, die 'Leopoldina', rief die berühmten Jahresversammlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, sondern jüngere Forscher, OKEN vor allem, die damit, im Jahre 1822/1823, vor allem auch ihr Gremium schufen. In England hat ebensowenig die alte Royal Society die jüngeren Gelehrten zusammengeführt, sondern die unabhängig von ihr geschaffene British Association for the Advancement of Science, die erstmals 1830 in York tagte und deren Jahresversammlungen bald als die bedeutendsten Naturforscherversammlungen der Welt galten.

### **Kommunikationsfähigkeit und Verstehbarkeit in der Wissenschaft**

Daß die Wissenschaft teilweise unverständlich wirkt, bedrückt Interessierte in der Laienwelt. Sie fühlt sich dem als undurchschaubar betrachteten "Monster" Wissenschaft ausgeliefert, auch, wenn viel von der heutigen medizinischen Therapie auf wissenschaftlicher Forschung beruht.

Auch Wissenschaftler wissen vielfach nicht mehr viel von dem, was in anderen Fachbereichen als dem eigenen vor sich geht. Ein Ornithologe wird kaum einem theoretischen Physiker folgen können, eher natürlich umgekehrt. Da jeder, der einen Text liest, dabei sein 'Vorwissen' im Kopfe trägt, wird er demgemäß von einem Text die einzelnen Passagen möglicherweise unterschiedlich verstehen, in einen Text auch manches hineinlesen und ihn auch mißverstehen (Y. ELKANA 1986). Wegen Nichtverstehen können auch bei Wissenschaftlern Minderwertigkeitsgefühle, ja Haß und Aggression aufkommen. Der Haß von LENARD und auch von STARK auf die 'theoretische' Physik mag in solchen Minderwertigkeitsgefühlen ihren tieferen Grund haben, der dann in der Zuwendung zum Nationalsozialismus ihren Ausdruck fand und schon vor 1933 diese Wissenschaftler dazu brachte, an Hetze und regelrechter Verfolgung von EINSTEIN teilzunehmen. EINSTEIN selbst (1934, S. 24) hatte einmal geschrieben: "Zudem macht man immer eine schlechte Figur, wenn man sich über andere beklagt, die da neben einem in der ihnen konformen Weise nach Luft schnappen".

Der Chemiker RAPHAEL EDUARD LIESEGANG, der mit seinem Namen verbundenen "Liesegang'schen Ringe" fand, wird durch den mit ihm bekannten Botaniker E. KÜSTER (1960, S. 160) geschildert als ein ideenreicher Forscher, dem es nicht möglich war, zu **vereinfachen**, "wohl diszipliniert und klar Dinge auseinanderzusetzen, die ihm seit vielen Jahren geläufig sind. Universitätslehrer zu sein, wäre für Liesegang eine Qual gewesen."

### **Fehler und Mängel in der Wissenschaft und vor allem der Wissenschaftler**

Jeder Gelehrte ist ein eigener Charakter, eine eigene Persönlichkeit. Vom gutmütigen bis zum zynischen Typ sind unter den Wissenschaftler verschiedenste Charaktere zu finden, ganz Dumme vielleicht ausgeschlossen.

Es gibt auch unangenehme Dinge, welche manchem oder gar einer zu großen Zahl von Wissenschaftlern eigen sind und den Wissenschaftsbetrieb mit bestimmen. Als verbreitete, aber für viele anstößige Eigenschaften auch bedeutender Wissenschaftler nennt G. BÖHME (1980, S. 16): Eitelkeit, Matthäus-Effekt, die Verschleierung der Kollektivität wissenschaftlichen Wissens, die Selbststilisierung jedes einzelnen Wissenschaftlers als Produzent seiner Werke und als Alleinvertreter seiner Wissenschaft, das autoritative Verhalten.

Der **Matthäus-Effekt** (R. K. MERTON 1988) ist benannt nach einem Zitat aus dem Neuen Testament, dem Evangelium des Apostel Matthäus. Es heißt da, daß dem, der hat, noch mehr gegeben wird. Das ist so beim Geld, zweifellos. Aber derjenige Gelehrte, der schon viel veröffentlicht hat und an der öffentlichen Meinungsbildung beteiligt sein durfte, dem wird man mehr oder gar viel mehr abnehmen als jenem, der noch kaum veröffentlichen konnte, auch unabhängig vom inhaltlichen Wert der Veröffentlichungen. Die Welt der Stars macht auch vor der Wissenschaft nicht halt und mancher alternde Gelehrte merkt nicht, ab wann er mehr Unsinn als Sinn redet und schreibt. Der eventuell "nicht endenwollende Beifall" von unbedarften Zuhörern wird ihm sicher sein. HAECKEL endete dann mit den "Kristallseelen" und der Beschreibung der besonderen "Blutschuld Englands".

Das Selbstgefühl zahlreicher Wissenschaftler scheint auch durch eine möglichst hohe Zahl von Publikationen gesteigert zu werden. Alles galt dann möglichst als "Beitrag zu Literatur", zur wissenschaftlichen, die möglichst von jedem Nachfolger zitiert werden sollte, wenn er "wissenschaftlich" sein wollte. "Man vergaß", meinte PH. FRANK (1979, S. 186), "vor lauter Tätigkeit oft die Probleme, die eigentlich zu lösen waren. So wurde die Erzeugung von Abhandlungen zum Selbstzweck".

Damit sei nichts gesagt gegen die auch vorläufige Publikation wichtiger Forschungsergebnisse, auch gegen mehrfache Publikation wichtiger Forschungen in verschiedenen Zeitschriften, aber bedenklich ist etwa die Aufteilung weniger wichtiger Arbeiten in möglichst viele Artikel, um eine hohe Publikationszahl zu erschwindeln und ähnliches Verhalten.

In Ansehen stehende Wissenschaftler konnten auch einen zu großen, ihnen nicht zustehenden und jüngere Entwicklungen hemmenden Einfluß ausüben. Das konnte ganz geschickt und auch schwer durchschaubar geschehen. WILHELM OSTWALD berichtet in seiner Autobiographie (1927, S. 21), daß in Leipzig WIEDEMANN gegenüber der von OSTWALD als neue Fachdisziplin organisierten physikalischen Chemie eine innere Abwehr entwickelte, obwohl WIEDEMANN der Sache nach selbst die physikalische Chemie vertrat. W. OSTWALD schrieb über WIEDEMANN (1927, S. 21): "Entsprechend seinem Naturell, das jedem entschiedenen Ausdruck einer bestimmten Meinung abgeneigt war, bestätigte er diese Einstellung zwar nicht durch öffentliche Äußerungen, wohl aber nach vielen Seiten in seinem sehr ausgedehnten privaten Verkehr, natürlich stets unter Wahrung der freundlichsten Formen in seinem persönlichen Verhalten zu mir". Der junge Gelehrte bemerkt zwar an ausbleibender Förderung und Beförderung, an ausbleibenden Einladungen zu Vorträgen und überhaupt am Verhalten manches Kollegen, daß man ihm nicht wohl will, kann aber kaum dagegen angehen.

### **Verschweigen von Kenntnissen aus Karrieregründen**

Die Mitteilung von für andere notwendigem Wissen unterbleibt teilweise im Interesse von Macht und Einfluß der an der Spitze befindlichen Wissenschaftler. In den ehemaligen Ostblockstaaten durften nur die ausgewählten 'Reisekader' auf Auslandsreisen, was diesen einen oft enormen und höchstens durch die Dummheit der Ausgewählten eingeschränkten Vorteil verschaffte. Aber

immerhin erlernten sie neue Forschungsmethoden, konnten viele neue Literatur einsehen, Bekanntschaften machen und sich auch darüber informieren, daß es im Sozialismus recht schlecht steht und es somit an der Zeit, eine 'Wende' einzukalkulieren.

Aber die ganze Bildung zu den verschiedensten Zeiten lief natürlich darauf hinaus, die Menschen im Interesse des Gehorsams und der unkritischen Einordnung zu erziehen, nicht zu Bürgern, die fortlaufend artikuliert kritisch Stellung nahmen. So wurden im Religionsunterricht die lächerlichsten Legenden gelernt und überprüft, mußten die Schüler die alttestamentlichen Propheten in der richtigen Reihenfolge hersagen. In derselben Zeit und mit demselben Aufwand hätte man viel sinnvolleres Wissen vermitteln können.

Im modernen westlichen Wissenschaftsbetrieb gibt es auch noch genügend Intrigen und Weichenstellung im Interesse der Klientel jener, welche die Macht im Wissenschaftsbetrieb innehaben. R. BERGER (1978) schrieb: "Die irrationalen Verhaltensweisen, die über das Reputationsmuster Kommunikationsschranken innerhalb der Wissenschaft aufgebaut und verfestigt haben, sind im Laufe der Zeit zu handfesten Karrieremöglichkeiten rationalisiert worden".

Ob diese Eigenschaften wirklich abzulehnen sind oder ob die Sucht nach Anerkennung, nach Bedeutung eben nicht sehr nötig ist, um überhaupt Wissenschaft voranzubringen, wäre wohl der Diskussion wert. Auszurotten sind diese Eigenschaften wohl nicht, ohne Schaden vielleicht gar nicht. Andere Berufsgruppen, so die Politiker, sind nicht weniger mängelfrei und teilen manche dieser Eigenschaften mit den Wissenschaftlern.

### **Wissenschaftler in Beziehung und im Verhältnis zu anderen Wissenschaftlern - Intrigen, Zank, Konkurrenzkampf, Freundschaft und wechselseitige Anerkennung**

Mißgunst und Neid unter Gelehrten übersteigt oft die Grenzen dessen, was unter anderen Menschen gebilligt wird. Die große Zahl der nach Ansehen und Arbeitsplätzen ringenden Wissenschaftler verschärfte die Konkurrenz. Der Kampf zwischen Professoren wirkt dabei oft wie der zwischen Film-Divas um das beeindruckendste Abendkleid, wie von Pfauen, die sich spreizen. Der Satiriker LUDWIG THOMA spottete einmal: "Die Professor sind lauder Goggel und jäder meint, er hat die scheneren Federn" (zitiert bei M. DESSOIR 1946, S.

186). Bei manchen der andauernd um sich beißenden Professoren oder nach einer Professor strebenden Leuten mit ihren oft nur um der Provokation willen gestellten Fragen auf Kongressen muß der Betrachter fragen, ob es ihnen wirklich um "intellektuelle Freuden" geht oder ob sie sich nicht selbst hassen und das in der Wissenschaft austoben. Die Wissenschaft wäre dann das unschuldige Objekt ihres unbefriedigten Ehrgeizes, wobei sie oft weniger zustandebringen als sie durch ihre dauernden Kämpfe verhindern. Gelehrte wollen wohl manchmal ihre "Kollegen" mißverstehen, um desto mehr zupacken zu können in scharfem Biß. Wissenschaftler, die mit steigendem Alter erkennen, daß ihre Leistung nicht den einstigen Erwartungen entspricht, werden manchmal besonders bissig und abweisend gegen jüngere Leute und kritisieren deren Mängel in überzogener Weise.

"Ehrgeiz" ist aber sicherlich nicht die Triebfeder für jeden Forscher und von dem organischen Chemiker CARL GRAEBE heißt es (H. DECKER 1928, S. 41): "... war ... keine Kämpfernatur. Sich-mit-Gewalt-Durchsetzen, Ellenbogen-Politik waren ihm ebenso wie diplomatische Winkelzüge und Intrigen selbst bei anderen geradezu unverständlich. Solchen Waffen gegenüber war er hilflos. Gewiß fehlte es ihm nicht an Willen und Tatkraft, aber der leidenschaftliche Kampf, das volle rücksichtslose Einsetzen der Persönlichkeit gingen gegen seine Eigenart und erzeugten, wenn sie ihm bei anderen entgegentraten, lähmende Hemmungen", so daß er "... allen Konflikten aus dem Wege ging und oft zu seinem Nachteile des Feld räumte." Der junge Zoologe KARL ERNST von BAER meinte gegenüber seinem Freunde EDUARD ABMUTH (E. ABMUTH 1909, S. 102), daß der Mensch in Gemeinschaft leben sollte, aber einer "von der man überzeugt ist, es kommt nicht jedes Mal jede Unvorsichtigkeit, jeder Fehler auf die kalte Wage, - Menschen, die uns nie mißverstehen, sondern uns nehmen wie wir sind."

Wissenschaftler, die auf ein erfolgreiches Lebenswerk zurückblicken oder persönliches Leiden oder Unglück ertragen mußten, werden im Alter oft eher kulant, hilfreich, anerkennend wenigstens gegenüber ihren strebsamen und guten Schülern. Der ehrgeizige Anatom und Zoologe JOHANNES MÜLLER in Berlin, der viele ausgezeichnete Schüler ausgebildet hatte und dann im Spätsommer 1855 durch einen Schiffbruch vor der Küste von Norwegen mit dem dabei erfolgten Tod seines Assistenten SCHMIDT (W. HABERLING 1924) durch Ertrinken erschüttert und charakterlich verändert war, sagte kurz vor seinem Tode zu EMIL DU BOIS-REYMOND (1860, S. 153): "Der Neid, der

Neid" auf die Leistungen anderer "ist bei mir in die Bewunderung umgeschlagen. Aber das ist eine Hoheit der Gesinnung, zu der man erst allmählich gelangt." Der in Leipzig wirkende führende Physiologe CARL LUDWIG trat mit seinem Namen in Veröffentlichungen hinter seinen Doktoranden auch dann zurück, wenn ihm der Hauptanteil an einer Arbeit zufiel. An dem Physiologen F. MIESCHER wurde hervorgehoben (E. NAUNYN 1925, S. 556) "seine alle Persönlichkeit beiseite schiebende Anerkennung jeder Leistung, selbst jeden ernststen Interesses ..." MIESCHER war einer der stillen Forscher und hatte wohl nicht so viel Lebens'energie' zum Zank, starb jedenfalls nach schwerem Leiden kaum 51 Jahre alt. Daß der Zank der Wissenschaftler auf Studenten oft angewidert wirkt, geht aus zahlreichen Zeugnissen hervor. So erlebte der Anatom F. BITTER um 1830 in Bonn bei den "ergrauten Fachgenossen MAIER und J. M. WEBER, daß bei ihnen "der Neid und die Eifersucht, daß ihr ehemaliger Schüler Müller sie beide überflügelt und so jung die erste anatomische Lehrstelle Deutschlands" - die in Berlin - "errungen habe, mir in sehr unangenehmer Weise entgegen, ..." Angebrachter wäre wohl der Stolz auf die besonderen Leistungen MÜLLERs gewesen.

Daß dem Nachwuchs mit Skepsis und Kritik begegnet wird, hat, wenn gewissenhaft durchgeführt, für die Wissenschaft sicherlich Gutes. Wenn junge und fleißige Wissenschaftler aber spüren, daß sie ungewollt in den für sie lächerlichen Kampf zwischen alternden Gelehrten geraten, wenn ihnen die unvermeidlichen Schwächen noch bestehender Unerfahrenheit in unzulässiger Weise vorgehalten werden, dann kann es auch sein, daß sie Wissenschaft wie Wissenschaftler hassen lernen und anderswo eine Stellung suchen. Am Ende des 20. Jahrhunderts werden in Deutschland teilweise gute habilitierte Nachwuchswissenschaftler auf die freiwerdenden Lehrstühle gesucht, während mancher an sich geeignete junge Mann oder manche geeignete junge Frau angewidert sich von der Hochschule abwandte wie so viele Menschen von der als lächerlich empfundenen Politik. Hoffentlich, fragen manche, werden etliche wissenschaftliche Disziplinen nicht eines Tages nur noch von etlichen zänkischen Opas und einigen alten Liesen vertreten.

Daß mancher zarter besaitete Wissenschaftler in der oft sinnlos rauhen Welt der Intriganten unter den Wissenschaftler untergegangen wäre, wenn nicht jemand ihre Talente erkannte und seine schützende Hand über sie hielt, demonstriert noch einmal der Fall PAUL EHRLICH (E. BÄUMLER 1979, C. B. DOLMAN

1971). Der frühzeitig in die Forschung eingestiegene EHRLICH fand in Berlin in dem Kliniker FRIEDRICH von FRERICH einen Gönner, der ihm weitgehend freie Hand ließ. Als nach dem Tode von FRERICH im März 1885, vermutlich durch Selbstmord, mit GERHARDT ein strengerer und bevormundender Zug einzog, fand EHRLICH, der selbst eine neue Art der Färbung von Tuberkel-Bazillen gefunden hatte, Tuberkelerreger in seinem eigenen Blut. Es wird vermutet, daß die daraufhin angetretene etwa einjährige Ägyptenreise eine Flucht auf eine Art 'Zauberberg' war, um der Unterwerfung unter GERHARDT zu entgehen. KOCH und vor allem der für die Hochschulen und die Wissenschaften Verantwortliche im preußischen Kultusministerium FRIEDRICH ALTHOFF, haben dann EHRLICH geholfen, damit er seine so erfolgreiche Forscherlaufbahn beschreiten konnte. EHRLICH schrieb im Akter von 53 Jahren am 27. Juli 1907 an den schon erkrankten ALTHOFF: "Ich persönlich danke ja Ihnen meine ganze carriere und die möglichkeit meine ideen nutzbringend auszugestalten. Als assistent herumgeschubst, in die engsten verhältnisse eingezwängt, - von der universität absolut ignorirt - kam ich mir wirklich ziemlich unnütz vor. Ich habe nie einen ruf an die kleinste stellung erhalten und galt als ein mensch ohne fach - d. h. als vollkommen unverwerthbar. Wenn Sie da nicht mit starker hand und genialer initiative für mich eingetreten wären, wenn Sie mir nicht mit rastlosem eifer und gütiger freundschaft die arbeitsmöglichkeiten zurecht gemacht hätten, unter denen ich mich entwickeln konnte, wäre ich eben vollkommen brachgelegt gewesen" (Kleinschreibung der Substantive im Original) (Ehemaliges Zentrales Staatsarchiv Merseburg, Rep. 92, ALTHOFF B, Nr. 33, Blatt 219 ff.). EMIL von BEHRING hatte EHRLICH nach dessen Empfinden einst in seine Abhängigkeit bringen wollen und EHRLICH schrieb an ALTHOFF: "Für mich hätte ein solches abhänigkeitsverhältniß aber den vollkommenen ruin (körperlich und wissenschaftlich) bedeutet ... Ich wollte ja nichts anderes, als ohne rücksicht auf persönlichen vortheil zum nutzen der allgemeinheit - unbeeinflußt von fremden einflüssen - den ideen nachleben, welkche sich mir auf die verfolgungserthesten im lauf meiner studien erschienen..." EHRLICH lehne nicht ab, einer Aufsichtsbehörde zu dienen, aber nur ihr, und will nicht Arbeiten durchführen, "die mir widerstreben - etwa um solche, deren grundidee ich für falsch halte oder solche, die bei den vorhandenen hilfsmitteln nicht möglich" sind (Blatt 332, 333).



Es gibt auch beeindruckende Beispiele **wechselseitiger Anerkennung** von Wissenschaftlern, auch, wenn ihnen unabhängig voneinander dieselbe Entdeckung gelang. So war es bei den Entdeckern der Räumlichkeit des Kohlenstoff-Atoms mit der sich daraus entwickelnden Stereochemie, bei VAN'T HOFF und LE BEL (V. MEYER 1890). Der britische Naturforscher WALLACE erkannte trotz seiner Auffindung der Umbildung der Organismen und auch der Selektion die Verdienste von DARWIN voll an, ja trat eher selbst zurück und prägte den Ausdruck "Darwinismus".

### **Bereitschaft zum Umdenken - Zugeben von Irrtümern**

Mancher Forscher kam in die Lage, daß er eine von ihm vertretene Auffassung angesichts besserer Beweise anderer aufgeben mußte und sich der anderen Ansicht anschließen mußte, vor allem wenn er weiter forschen wollte. In der Neurophysiologie des 20. Jh. traf das den 1963 zusammen mit A. L HODGKIN und ANDREW F. HUXLEY mit dem Nobelpreis ausgezeichneten australischen Mediziner Sir JOHN ECCLES (D. CURTIS 1997). Dort wo zwei Nervenzellen zusammenstoßen und die Erregung über eine **Synapse** weitervermittelt wird, sollte das nach der lange von ECCLES vertretenen Meinung allein elektrischer Natur sein. Jedoch auch seine Untersuchungen ergaben, daß chemische Vorgänge wenigstens erstrangig beteiligt sind.

### **Formung der Wissenschaftler und der Menschen durch die Wissenschaft**

Wer im Wissenschaftsbetrieb tätig war oder ist, der wird nicht so bleiben, wie er vor seiner Bekanntschaft mit der Wissenschaft war. Wer die Wissenschaft aus der Ferne betrachtet, der neigt oft zu ihrer Verehrung. Wer in den Betrieb der Wissenschaft einsteigen durfte, dem bleiben - wie allerdings in jedem Beruf - auch Schattenseiten nicht verborgen. Gut sind Anfangserfolge, auch bescheidene, und BILLROTH (1910, S. 483) wußte: "Zuweilen wird jemand durch eine kleine, gerade in eine Zeitfrage eingreifende Arbeit plötzlich berühmt, und da ist es wie in der Kunst: ein erster, großer Erfolg trägt den, dem es geglückt ist, lange."

Aber man darf gewiß GERNOT BÖHMEs (1980, S. 14/15) Feststellung zustimmen: "Wer einmal in der Wissenschaft, speziell der Naturwissenschaft, sozialisiert wurde, wird sich nur schwer ihrer Herrschaft über sein Denken entziehen können und dem Eindruck ihrer absoluten Überlegenheit über alles,

was sonst noch Wissen, Wissenschaft, Wissenschaft oder Erkenntnis zu sein beansprucht."

## **Quellen, Literatur**

### **Archivalien**

Merseburg, ehemaliges Zentrales Staatsarchiv, Rep. 92, ALTHOFF B, Nr. 33, Briefe von PAUL EHRLICH an F. ALTHOFF.

### **Literatur**

Zur Erinnerung an Ernst Hadorn. 1976.

Wir trotzten den Wellen. ... Lange vor den Europäern segelten Chinas Konquistadoren bis nach Arabien und Sansibar. 1997, Der Spiegel, 36, S. 180 - 181.

ABDERHALDEN, EMIL, 1939: Die Erforschung der im Magen der Wirbeltiere und des Menschen sich vollziehenden Verdauungsvorgänge durch Abt Lazzaro Spallanzani. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 7 , Nummer 46, S. 27 - 58.

ACKERKNECHT, ERWIN, 1957: Rudolf Virchow. Arzt, Politiker, Anthropologe. Stuttgart.

ADAM, KONRAD, 1997: Ein Ketzer, der recht behielt. Zum Tode ... Hans Jürgen Eysenck. Frankfurter Allgemeine Zeitung (F.A.Z.), Dienstag, 9. September, Nr. 209, S. 39.

AGASSIZ, ELISABETH CARY (Herausgeber), 1886: Louis Agassiz's Leben und Briefwechsel. Berlin.

AGASSIZ, LOUIS, 1833 - 1843: Recherches sur les Poissons Fossiles. Neuchatel.

AGASSIZ, LOUIS, 1841: Untersuchungen über die Gletscher. Solothurn.

AMÉRY, JEAN, 1992: Der Grenzgänger. Gespräch mit INGO HERMANN in der Reihe "Zeugen des Jahrhunderts". Göttingen.

ANSCHÜTZ, 1889: Runge, Friedlieb Ferdinand. Allgemeine Deutsche Biographie, 29, S. 684 - 686.

APPLETON, Sir EDWARD, 1954: Science for Its Own Sake. Presidential Adress to the British Association for the Advancement of Science. Science, Vol. 119, January 22, S. 103 - 109.

- ARGELANDER, FR., 1843: Neue Uranometrie. Darstellung der im mittleren Europa mit bloßem Auge sichtbaren Sterne nach ihren wahren, unmittelbar vom Himmel entnommenen Größen. Sternverzeichnis. Berlin.
- ARON, RAYMOND, 1985: Erkenntnis und Verantwortung. Lebenserinnerungen. Aus dem Französischen von KURT SONTHEIMER. München, Zürich. - Französische Originalausgabe: "Mémoires - 50 ans de réflexion politique", Paris 1983.
- ARRHENIUS, SVANTE, 1906 : Theorien der Chemie. Paderborn.
- AYALA, FRANCISCO J., 2009: Darwin and the scientific method. PNAS, vol. 106, suppl. 1, June 16, S. 10333 - 10039.
- BACON, FRANCIS, dtsh. 1982 (2. durchgesehene Auflage. Original in Latein 1620): Das Neue Organon (Novum Organon). Herausgegeben von MANFRED BUHR. Berlin.
- BADASH, LAWRENCE, 1965: "Chance favours the prepared mind": Henry Becquerel and the discovery of radioactivity. Archives internationales d'histoire des sciences, Dix-huitième année, numero 70 - 71. S.55 - 66.
- BADASH, LAWRENCE, 1966: How the "Newer Alchemy" was received. Scientific American, Volume 215, No. 2, August, S. 89 - 95.
- BAHNERS, PATRICK, 1996: Der Bruderkrieg ist der Vater aller Dinge. Frankfurter Allgemeine Zeitung (F. A. Z.), Nr. 262, Samstag, 9. November, S. 36.
- BAKER, J. R., 1976: Julian Sorell Huxley. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 22, S. 207 - 238.
- BALL, PHILIP, 2008: Complexity crystallised. Chemistry World, March, S. 50 - 56.
- BAER, KARL ERNST von, 1835 / 1864: Blicke auf die Entwicklung der Wissenschaft. Vortrag in der öffentlichen Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg am 23. December 1835. - In: BAER, KARL ERNST von, 1864: Reden, gehalten in wissenschaftlichen Versammlungen und kleinere Aufsätze vermischten Inhalts. St. Petersburg.
- BAER, KARL ERNST von, 1838 / 1864: Ueber die Verbreitung des organischen Lebens. Vortrag in der öffentlichen Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg am 29. December 1838. S. 161 - 235. - In. wie vor. S. 161 - 235.

- BAER, KARL ERNST von, 1876: Ueber Darwins Lehre. - In: BAER, KARL ERNST von (1876): Reden. 2. Theil: Studien aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. St. Petertsburg. S. 235 - 480.
- BARBER, BERNARD, 1961: Resistance by Scientists to Scientific Discivery, Science, Volume 134, 1 September, S. 596 - 602.
- BARRETT, PAUL H., 1977: The Collected Papers of Charles Darwin. Volume One. Volume Two. The University of Chicago Press.
- BARTELS, JULIUS, 1946: Erdmagnetismus zu Gauß' Zeiten und heute. Die Naturwissenschaften, 33, 5, S. 140 - 149.
- BATESON, WILLIAM, 1915: President's Address. In: Report of the 84th Meeting of the British Association for the Advancement of Science, Australia, July 28 - August 31. S. 3 - 38.
- BATESON, WILLIAM, 1909: Methoden und Ziel der Vererbungslehre. Übersetzung. Biologisches Centralblatt, 29, 10: S. 299 - 318.
- BAUMANN, EUGEN, 1895: Ueber das normale Vorkommen von Jod im Thierkörper (I. Mittheilung). Zeitschrift für Physiologische Chemie (HOPPE - SEYLERs...), 20, 4, S. 319 - 330.
- BÄUMLER, ERNST, 1979: Paul Ehrlich. Forscher für das Leben. Frankfurt a. M.
- BAUR, ERWIN, 1933: Nationalwirtschaftliche Aufgaben und Möglichkeiten der Pflanzenzüchtung. Vortrag zur 63. Vollversammlung des Deutschen Landwirtschaftsrates, 4./ 5. April 1933. Archiv des Deutschen Landwirtschaftsrates, 51.
- BAVINK, BERNHARD, 1947: Was ist Wahrheit in den Naturwissenschaften? Wiesbaden.
- BAVINK, BERNHARD, 1944 (8. Auflage): Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften. Eine Einführung in die heutige Naturphilosophie. Leipzig.
- BAYLE, PIERRE, Ausgabe 1975: Verschiedene einem Doktor der Sorbonne mitgeteilte Gedanken über den Kometen, der im Monat Dezember 1680 erschienen ist. Leipzig. Aus dem Französischen von GOTTSCHED 1741. Herasugegebene Übersetzung von JOHANN CHRISTOPH FABER. Einleitung von ROLF GEISSLER. - Original: *Pense'es diverses e#crites a` l'ocasion de la Come'te qui parut au mois de de'cembre 1680.*
- BEAL, G. H., 1995: Charlotte Auerbach. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 41, S. 20 ff.

- BEAN, WILLIAM B., 1975: Reed, Walter. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XI, New York, S. 345 - 347.
- BECHER, SIEGFRIED, 1924: Johann Wilhelm Spengel. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere, 46, 1, S. 1 - 74.
- BECKMANN, ERNST, 1904: Johannes Wislicenus. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 37. Jahrgang, Nr. 15, S. 4861 - 4946.
- BECQUEREL, HENRI, 1896: Sur les radiations invisibles émises par les sals d' uranium. Comptes rendus des séances de l'academie des Sciences. Tome Cent-Vingt-Deuxième 1896, S. (689) - (694).
- BEER, Sir GAVIN DE, 1962: The origins of Darwin's ideas on evolution and natural selection. Proceedings of the Royal Society of London, Series B. Vol. 155. S. 321 - 338.
- BEHN, W. F. G., 1845: George Cuvier's Briefe an C. H. Pfaff aus den Jahren 1788 bis 1792. Kiel.
- BELLONI, LUIGI, 1971: Cogrossi, Carlo Francesco. Dictionary of Scientific Biography, Volume III, New York, S. 332 / 333.
- BELLONI, LUIGI, 1974: Morgagni, Giovanni Battista. Dictionary of Scientific Biography, Vol. IX, S. 511 / 512.
- BENTZ, ALFRED, 1948: Die Entwicklung der Erdölgeologie. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 100, S. 188 - 197.
- BERGER, HANS, 1933: Ueber die Tätigkeit des menschlichen Großhirns. Münchener Medizinische Wochenschrift, 80, 2. Juni, S. 844 - 846.
- BERGER, HANS, 1937: Das Elektrenkephalogramm des Menschen und seine Deutung. Die Naturwissenschaften, 25, 13, S. 193 - 196.
- BERGER, HANS, 1938: Das Elektrenkephalogramm des Menschen. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 6, Nummer 38.
- BERGER, ROLF, 1978: Forschungsstrukturpolitik. Eine forschungspolitische Zukunftsaufgabe. In: BURRICHTER, CLEMENS.: Probleme der Wissenschaftsforschung. Erlangen - Nürnberg.
- BERGIUS, FRIEDRICH, 1933: Le Banquet Nobel. Les Prix Nobel en 1931. Nobelpreis für CARL BOSCH und FRIEDRICH BERGIUS. Stockholm. S. 53.
- BERGSTRÖM, SUNE, 1982: The Prostaglandins: From the Laboratory to the Clinic. Nobel Lecture, December 8. Les Prix Nobel 1982, Stockholm, S. 129 - 148.

- BERNARD, CLAUDE, 1865, deutsch 1961: Einführung in das Studium der experimentellen Medizin. Ins Deutsche übertragen von PAUL SZENDRÖ. Leipzig 1961. Französisches Original 1865.
- BERNTHSEN, A., 1912: Heinrich Caro. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 45, Bemerkungen zu PERKIN auf S. 1990 / 1991.
- BERTHELOT, M., 1877: Die chemische Synthese. Leipzig.
- BERTHOLD, A. A., 1849: Transplantation der Hoden. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin (JOHANNES MÜLLER), S. 42 - 45.
- BERTHOLD, HEINER K., 1998: Rudolf Schönheimer (1898 - 1941). Leben und Werk. Bonn.
- BESSEL, F. W., 1839: Messung der Entfernung des 61. Sternes im Sternbilde des Schwans. Jahrbuch hrsg. von H. C. SCHUMACHER, S. 1 - 56.
- BHAGAVANTAM, S., 1971: Chandrasekhara Venkata Raman 1888 - 1970. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 71, S. 565 - 592.
- BICHAT, XAVIER, 1802: Allgemeine Anatomie angewandt auf die Physiologie und Arzneywissenschaft. 1. Theil, 1. Abtheilung. Aus dem Französischen ... C. H. PFAFF. Leipzig.
- BIDDER, F. H., 1847: Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig-
- BIDDER, F., 1934: Vor hundert Jahren im Laboratorium Johannes Müllers. Münchener Medizinische Wochenschrift, 81, 12. Januar, 2, S. 60 - 64.
- BILLROTH, THEODOR, 1910: Briefe von Theodor Billroth. Hannover und Leipzig.
- BIRCKENBACH, LOTHAR, 1949: Otto Hönigschmidt 1878 - 1945. Chemische Berichte, 82. Jahrg., Nr. 4 - 5, S. XI - LXV.
- BISCHOF, NORBERT, 1993: "Gescheiter als alle die Laffen". Ein Psychogramm von Konrad Lorenz. München (zuerst: Rasch und Röhring Verlag Hamburg - München 1991).
- BISCHOFF, THEODOR L. W., 1842: Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig.
- BISCHOFF, THEODOR L. W., 1845: Entwicklungsgeschichte des Hundes. Braunschweig.
- BISCHOFF, TH. L. W., 1858: Ueber Johannes Müller und sein Verhältniß zum jetzigen Standpunkt der Physiologie. Festrede zur Feier des Geburtsfestes seiner Majestät Maximilian II., Königs von Bayern, gehalten in der

- öffentlichen Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften am 27. November 1858. München.
- BISCHOFF, THEODOR L. W., 1861: Gedächtnisrede auf Friedrich Tiedemann. München.
- BISCHOFF, THEODOR L. W., 1879: Vergleichend anatomische Untersuchungen über die äusseren weiblichen Geschlechts- und Begattungs-Organe des Menschen und der Affen, insbesondere der Anthropoiden. Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der kgl. bayerischen Akademie der Wissenschaften, 13, 2. Abtheilung
- BLACKETT, P. M. S., 1960: Jean Frédéric Joliot. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 6, S. 87 - 105.
- BLAKESLEE, A. F. / A. G. AVERY, 1937: Methode of inducing doubling of chromosomes in plants. The Journal of Heredity, XXVIII, 12.
- BLEKER, JOHANNA, 1985: Die Idee einer historischen Entwicklung der Krankheiten des Menschengeschlechts und ihre Bedeutung für die empirische Medizin des frühen 19. Jahrhunderts. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte, 8, S.195 -204.
- BLUMENBACH, JOHANN FRIEDRICH, 1789: über den Bildungstrieb. Göttingen.
- BÖHME, GERNOT, 1980: Alternativen der Wissenschaft. Frankfurt a. M.
- BÖHME, GERNOT; WOLFGANG VAN DEN DAELE, RAINER HOHLFELD, 1978: Finalisierung revidiert. In: BÖHME, GERNOT; WOLFGANG VAN DEN DAELE, RAINER HOHLFELD et al., 1978: Die gesellschaftliche Orientierung des wissenschaftlichen Fortschritts. Starnberger Studien I. Frankfurt a. M., S. 195 - 250.
- BOHR, NIELS, 1958: Atomphysik und menschliche Erkenntnis. Die Wissenschaft, Band 112. Braunschweig.
- BOLTZMANN, LUDWIG, 1899: Ueber die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik in neuerer Zeit. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 71. Versammlung zu München, 17. - 23. September 1899. S. 99 - 122. Leipzig.
- BOLTZMANN, LUDWIG, 1905: Reise eines deutschen Professors ins Eldorado. Nach der Ausgabe der "Populären Schriften" 1905 neu herausgegeben ... von GABRIELE DÖRFLINGER, Universitätsbibliothek Heidelberg 2005. - Im Internet.
- BONNET, CHARLES, 1772: Betrachtung über die Natur mit den Zusätzen der italienischen Übersetzung des Herrn Abt SPALLANZANI und einigen

- eigenen Anmerkungen herausgegeben von JOHANN DANIEL TITIUS, der Naturlehre Professor auf der Universität Wittenberg. Leipzig.
- BORGEEST, BERNHARD, 1991: Drehen an der Uhr des Lebens. Die Zeit, Nr. 5, 25. Januar, S. 78.
- BORKENAU, FRANZ, 1973: Der Übergang vom feudalen zum bürgerlichen Weltbild. Studien zur Geschichte der Philosophie der Manufakturperiode. Darmstadt. - Original 1932.
- BORKENAU, FRANZ, 1988: Kampfplatz Spanien. Politische und soziale Konflikte im Spanischen Bürgerkrieg. Ein Augenzeugenbericht. Stuttgart.
- BORKENAU, FRANZ, 1991: Ende und Anfang: von den Generationen der Hochkulturen und von der Entstehung des Abendlandes. Herausgegeben und eingeführt von RICHARD LÖWENTHAL. Stuttgart.
- BORN, MAX, 1965: Von der Verantwortung des Naturwissenschaftlers. Gesammelte Vorträge. München.
- BORN, HEDWIG und MAX BORN, 1969: Der Luxus des Gewissens. Erlebnisse und Einsichten im Atomzeitalter. München.
- BORSCHIED, PETER, 1976: Naturwissenschaft, Staat und Industrie in Baden (1848 - 1914). - Industrielle Welt. Schriftenreihe des Arbeitskreises für moderne Sozialgeschichte, herausgegeben von WERNER CONZE. Band 17. Stuttgart.
- BOSCH, CARL, 1933: Le Banquet Nobel. In: Les Prix Nobel en 1931. Chemie-Nobelpreis für CARL BOSCH und FRIEDRICH BERGIUS. Stockholm. S. 48 ff.
- BOUGAINVILLE, LOUIS-ANTOINE DE, 1772 / 1972: Reise um die Welt. Neue deutschsprachige Ausgabe Berlin 1972, nach einer deutschsprachigen Übersetzung von 1772.
- BOYLE, ROBERT, 1661, deutsche verkürzte Ausgabe 1929: Der skeptische Chemiker. Verkürzt herausgegeben und übersetzt von EDUARD FÄRBER und MORITZ FÄRBER. Leipzig. - Originaltitel: Sceptical Chymist.
- BRAEM, F., 1915 / 16: Professor Carl Chun. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, VII. Band, S. 91 - 101.
- BRANCA, W., 1912: Naturwissenschaft und Religion. Deutsche Revue, 37, 2: S. 282 - 293.
- BRANDES, E., 1810: Ueber den Einfluß und die Wirkungen des Zeitgeistes auf die höheren Stände Deutschlands; ... Hannover.



- BRANIGAN, AUGUSTINE, 1981: The social basis of scientific discoveries. Cambridge University Press.
- BRAUN, ALEXANDER, 1882: s. C. METTENIUS.
- BRAUN, ALEXANDER und GABRIELE MARQUARD, 2001: Die bewegte Geschichte des Nordatlantiks. Spektrum der Wissenschaft, Juni, S. 50 - 59.
- BRAUN, DIETRICH, 2012: Der lange Weg zum Makromolekel. Chemie Unserer Zeit, 46, S. 310 - 320.
- BRAUN, FERDINAND, 1974: Ueber die Stromleitung durch Schwefelmetalle. Annalen der Physik und Chemie ... J. C. POGGENDORFF, 153. Band, S. 556 - 563.
- BRÄUNING-OKTAVIO; H., 19: Vom Zwischenkieferknochen zur Idee des Typus. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Nr. 126, Band 18.
- BRAUS, O., 1901: Akademische Erinnerungen eines alten Arztes ... Leipzig.
- BRECHT, BERTOLT, Ausgabe 1955: Leben des Galilei. Berlin.
- BROCK, FRIEDRICH, 1934: Jakob Johann Baron von Uexküll. Zu seinem 70. Geburtstage am 8. September 1934. Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der naturwissenschaften, 27, 3 und 4, S. 193 ff.
- BROCK, W. H., 1971: Crookes, William. Dictionary of Scientific Biography, Vol. III, New York, S. 474 - 482.
- BROCK, W. H., 2004: Tyndall, John. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 55, S. 789 - 794.
- BROCK, WILLIAM, 2006: Chemistry before Boyle, Chemistry World, October, S. 64.
- BROCKMANN, HANS, 1960: Adolf Windaus zum Gedenken. - In: Ansprachen gehalten bei der Gedächtnisfeier der Georg-August-Universität und der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen am 28. November 1959. Göttingen.
- BROCKMANN-JEROSCH, MARIE und ARNOLD und HELENE HEIM, 1952: Albert Heim. Leben und Forschung. Basel.
- BROGLIE, LOUIS DE, 1944: Andre'-Marie Ampe`re. - In: Die Elementarteilchen. Individualität und Wechselwirkungen. S. 245 - 269. Hamburg.
- BRONN, HEINRICH GEORG, 1841: Handbuch einer Geschichte der Natur. Stuttgart.

- BRONN, HEINRICH GEORG, 1859: Ueber den Stufengang des organischen Lebens von den Inselfelsen des Oceans an bis auf die Festländer. Heidelberg.
- BROSCHÉ, P., 1985: Zwischen Empirie und Theorie. Naturwissenschaften, 72, S. 668 / 669.
- BROWN, SANBORN C., 1976: Thompson, Benjamin (Count Rumford). Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, S. 350 - 352, New York,.
- BUBNOFF, SERGE von, 1936: Svekofenniden und Varisciden. Geologische Rundschau, 27. Band, S. 441 - 445.
- BUBNOFF, SERGE von, 1940: Zwei Welten. (Ist dort wirklich alles anders?). Geologische Rundschau, Band 31, Heft 7 / 8, 451 -465.
- BUBNOFF, SERGE von, 1953: Requiem. Geologische Rundschau, 41. Band, S. 1 - 10.
- BUBNOFF, SERGE von, 1954 (3. Auflage): Grundprobleme der Geologie. Berlin.
- BÜCHEL, WOLFGANG, 1975: Gesellschaftliche Bedingungen der Naturwissenschaft. München.
- BUCHNER, EDUARD und RUDOLF RAPP, 1898: Alkoholische Gärung ohne Hefezellen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 31, S. 209 - 217.
- BUCHNER, EDUARD, 1898: Ueber zellenfreie Gärung. Vortrag vor der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin, 14. März 1898. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 31, S. 568 - 574.
- BUCHNER, EDUARD, 1903: Die Zymasegärung. Untersuchungen über den Inhalt der Hefezellen und die biologische Seite des Gärungsproblems. München und Berlin.
- BUCHNER, 1909: Nobel - Vortrag. Les Prix Nobel en 1907. Stockholm.
- BÜCHNER, GEORG: Dantons Tod. Drama. Beispielsweise: Leipzig 1949.
- BÜHRKE, THOMAS, 2012\_ Genial gescheitert. Schicksale großer Entdecker und Erfinder. München.
- BULLOUGH, VERN L., 1973: Lind, James. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, New York, S. 361 - 363.
- BÜNNING, ERWIN, 1949 (2. umgearbeitete Auflage): Theoretische Grundfragen der Physiologie. Stuttgart.
- BUNSEN, ROBERT, 1860: Ueber ein neues dem Kalium nahestehendes Metall. Monatsberichte der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin,

- S. 221 ff. - In: Gesammelte Abhandlungen von ROBERT BUNSEN...herausgegeben von WILHELM OSTWALD und MAX BODENSTEIN. Dritter Band. Leipzig 1904. S. 252 - 254.
- BURCKHARDT, JAKOB, 1921: Weltgeschichtliche Betrachtungen. 4. Auflage. Stuttgart.
- BURCKHARDT, JAKOB, 1935: Briefe zur Erkenntnis seiner geistigen Gestalt. Herausgegeben FRITZ KAPHAHN. Leipzig.
- BURGEFF, HANS, 1936: Samenkeimung der Orchideen und Entwicklung ihrer Keimpflanzen. Jena.
- BÜRCEL, BRUNO H., 1919: Vom Arbeiter zum Astronomen. Berlin.
- BURKHARDT, FELIX, 1972: Karl Ludwig Freiherr von Reichenbach. Lebensbilder aus Schwaben und Franken, 12. Band, S. 200 - 212, Stuttgart.
- BURRICHTER, CLEMENS, 1980: Wissenschaft und Systemwettstreit. Möglichkeiten und Grenzen der Ost/West-Wissenschaftskooperation. Institut für Gesellschaft und Wissenschaft (IGW) Universität Erlangen-Nürnberg.
- BURSTYN, HAROLD L., 19: Foucault, Jean Bernard Léon. Dictionary of Scientific Biography, Vol., New York. S. 84 - 87.
- BUTENANDT, ADOLF, 1981: Das Werk eines Lebens. Band II: Wissenschaftspolitische Aufsätze, Ansprachen und Reden. Göttingen.
- BUTENANDT, ADOLF, 1956, 1964, 1981: Sinn und Nutzen wissenschaftlicher Forschung. Festschrift "Wissenschaft und Wirtschaft" der Metallgesellschaft AG, Frankfurt a. M. 1956, "Universitas", 3 / 1964. - In: BUTENANDT, ADOLF, 1981: Das Werk eines Lebens. Band II. S. 187 - 193.
- BUTENANDT, ADOLF, 1959 / 1981: Adolf Windaus, 1959. Jahrbuch der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 1959 /157. - In: BUTENANDT, ADOLF, 1981: Das Werk eines Lebens. Band II. Göttingen. S. 730 - 736.
- BUTENANDT, ADOLF, 1960: Das wissenschaftliche Lebenswerk von Adolf Windaus. - In: Adolf Windaus zum Gedenken. Ansprachen gehalten bei der Gedächtnisfeier der Georg-August-Universität und der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen am 28. November 1959. Göttingen.
- BUTENANDT, ADOLF, 1963 / 1981: Zur Frage des Leistungsstandes der deutschen Forschung. Das Beispiel der Max-Planck-Gesellschaft. Vortrag vor der Deutschen Parlamentarischen Gesellschaft in Bonn, am 19. Juni

1963. - In: BUTENANDT, ADOLF, 1981: Das Werk eines Lebens....Göttingen. S. 208 - 225.
- BUTENANDT, ADOLF, 1966 / 1981: Die Wissenschaft in der Industriegesellschaft. Kosmos, 6, 1966. - In: BUTENANDT, ADOLF, 1981: Das Werk eines Lebens...Göttingen, S. 250 - 255.
- BÜTTNER,  
BÜTTNER, JOHANNES, 1990: Leitgedanken in der Geschichte der Klinischen Chemie. *Medizinhistorisches Journal*, 25, 3 / 4, S. 268 - 285.
- CAIN, A. J., 1979: Introduction to general discussion - des meetings 'Adaptation by means of natural selection'. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Volume 205, Biological Sciences*, S. 599 - 604.
- CANGUILHEM, G., 1979: Wissenschaftsgeschichte.
- CANNON, WALTER BRADFORD, (1945): Der Weg eines Forschers. Erlebnisse und Erfahrungen eines Mediziners. Übersetzung: HILDEGARD von BARLOEWEN. - Original: *The Way of an Investigator*. New York 1945.
- CASPAR, MAX und WALTHER von DYCK, 1930: Johannes Kepler in seinen Briefen. Band I. München und Berlin.
- CASTLE, W. B., 1974: George Richards Minot. *Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XLV*, S. 337 -383.
- CHAIN, ERNST, 1975: Entwicklung und gegenwärtiger Stand der antibakteriellen Antibiotikatherapie. *Marburger Forum Philippinum: Immunologie und Gesellschaft*. Stuttgart und Frankfurt. S. 25 ff.
- CHAMBERLIN, ROLLIN THOMAS, 1932: Thomas Chrowder Chamberlin. *Biographical Memoir, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XV*, S. 307 - 407.
- CHAMBERLIN, T. C., 1897: The Method of Multiple Working Hypotheses. *The Journal of Geology, Volume V*, S. 837 - 848.
- CHAPMAN, A., 1998: The transits of Venus. *Endeavour, Vol. 22 (4)*, S. 148 - 151.
- CHARGAFF, ERWIN, 1990: Vorläufiges Ende. Ein Dreigespräch. *Cotta's Bibliothek der Moderne 92*. Stuttgart.
- CHIEWITZ, O. And G. HEVESY, 1935: Radioactive Indicators in the Study of Phosphorus Metabolism in Rats. *Nature, November 9*, S. 754 / 755.
- CHLADNI, ERNST FLORENS FRIEDRICH, 1819: Ueber Feuer - Meteore, und über die mit denselben herabgefallenen Massen. Wien.

- CHOQUETTE, MARILYN BAILEY, 1981: Nettie Maria Stevens (1861 - 1912): Her Life and Contributions to Cytogenetics. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 125 No. 4, August, S. 292 - 311.
- CHOULANT, LUDWIG, 1843: Die Vorwelt der organischen Wesen auf der Erde, oder von der Erdoberfläche, Petrefactenkunde, den frühern Thier- und Pflanzengeschlechtern, Entstehung der organischen Wesen, von der Schöpfung, der Sündfluth und der Zukunft der Erde. Eine Einleitung zu FRIEDRICH HOLL's Handbuch der Petrefactenkunde. Neue Ausgabe. Quedlinburg und Leipzig.
- CHUN, CARL, 1892: Die Dissogonie, eine neue Form der geschlechtlichen Zeugung. Festschrift zum sechzigsten Geburtstage von Rudolf Leuckart. S. 78 - 108. Leipzig.
- CLAESSON, STIG and KAI O. PEDERSEN, 1976: Svedberg, The (Theodor). Dictionary of Scientific Biography, Vol. XIII, New York, S. 158 - 164.
- CLAR, GÜNTER; JULIA DORÉ, HANS MOHR (Hrsg.), 1997: Humankapital und Wissen. Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung. Berlin, Heidelberg, New York.
- CLAUSIUS, RUDOLF, 1885: Ueber den Zusammenhang zwischen den grossen Agentien der Natur. Rede gehalten beim Antritt des Rectorats der Rheinischen Friedrich - Wilhelms - Universität am 18. October 1884. Bonn.
- CLOOS, HANS, 1959: Gespräch mit der Erde. Frankfurt a. M. und Hamburg.
- COHEN, I BERNHARD, 1940: Roemer and the first determination of the velocity of light (1676). Isis, Vol. XXXI (2), No. 84, April, S. 327 - 373.
- COHEN, L. JONATHAN, 1973: Is the Progress of science revolutionary? British Journal of Philosophy of Science, 24, S. 41 - 61.
- COHEN, WILLIAM B., 1980: The French Encounter with Africans. White Response to Blacks, 1530 - 1880. Indiana University Press, Bloomington & London.
- COHN, FERDINAND, 1851: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie ... CARL THEODOR v. SIEBOLD, 3. Band, S. 257 - 270.
- COHN, FERDINAND, 1855: Empusa Muscae und die Krankheit der Stubenfliegen. Ein Beitrag zur Lehre von den durch parasitische Pilze charakterisirten Epidemien. Verhandlungen der Kaiserlichen Leopoldinischen Carolinischen Akademie der Naturforscher, 17, S. 299 - 360.

- COLE, F. J., 1937: Jan Swammerdam, 1637 - 80. *Nature*, February 6, S. 218 - 220.
- COMPTON, ARTHUR H., 1938: *Physics and the Future*. Based on a paper read at Ottawa, June 29, before the American Association for the Advancement of Science. *Science*, Vol. 88, No. 2275, Friday, August 5, S. 115 - 121.
- CONDORCET, ANTOINE DE, neue Ausgabe 1963: *Entwurf einer historischen Darstellung der Fortschritte des menschlichen Geistes*. Herausgegeben von WILHELM ALFF. Französisch und Deutsch. Europäische Verlagsanstalt.
- CONKLIN, EDWIN G., 1934: *A Generation's Progress in the Study of Evolution*. *Science*, Vol. 80, Friday, August 17, No. 2068, S. 147 - 156.
- CONRAD von MEGENBERG, 1897: *Das Buch der Natur*. Die erste Naturgeschichte in deutscher Sprache. In Neu-Hochdeutscher Sprache bearbeitet und mit Anmerkungen versehen von Dr. HUGO SCHULZ. Greifswald.
- CONRING, ADOLPH von, 1880: *Marocco, das Land und die Leute*. Berlin
- COSTA, ALBERT B., 1974: Meyer, Victor. *Dictionary of Scientific Biography*, IX, New York, S. 354 - 358.
- COTTA, BERNHARD, 1878: *Die Geologie der Gegenwart*. 5., umgearbeitete Auflage. Leipzig.
- CROCKER, WILLIAM, 1938: *Botany of the Future*. *Science*, Vol. 88, No. 2287, Friday, October 28, S. 387 - 394.
- C., W., = CROOKES, WILLIAM ?, 1910: Antoine Henri Becquerel, 1852 - 1908. *Proceedings of the Royal Society of London*, Vol. LXXXIII, S. XX - XXiii.
- CURTIS ASG, 1968: *The chemist and biology*. *Chemistry in Britain*, Volume 4, Number 4, April, S. 147 - 149.
- CURTIS, DAVID, 1997: Sir John Eccles. *Endeavour*, Vol. 21 (4), S. 139 / 140.
- CUVIER, GEORGE, 1809: *Vorlesungen über vergleichende Anatomie*. 1. Theil welcher die Organe der Bewegung enthält. Übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen vermehret von L. H. FRORIEP, J. MECKEL. Leipzig.
- CYON, E. von, 1912: *Gott und Wissenschaft*. 1. Band: *Psychologie der großen Naturforscher*. Leipzig. 2. Band: *Neue Grundlagen einer wissenschaftlichen Psychologie...* Leipzig.
- DALE, H. H., 1961: Thomas Renton Elliot. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, Volume 7, S. 53 - 74.

- DARLINGTON, C. D., 1953: The Facts of Life. London.
- DARLINGTON, C. D., 1956: Chromosome Botany. London.
- DARLINGTON, C. D., 19582: Evolution of Genetic Systems. Second Edition  
Edinburgh, London. – First 1939, Cambridge University Press.
- DARWIN, CHARLES, 1859:
- DARWIN, CHARLES,: Autobiographie.
- DARWIN, CHARLES, edited by PAUL H. BARRETT, 1977: The Collected  
Papers of Charles Darwin. Volume One. Volume Two. The University of  
Chicago Press.
- DARWIN, FRANCIS und A. C. SEWARD (Edit.), 1903: More Letters of  
Charles Darwin. A Record of his work in a series of hitherto unpublished  
letters. Volume I. London.
- DAUB, EDWARD E., 1971: Clausius, Rudolf. Dictionary of Scientific  
Biography, Volume III, S. 303 - 311, New York.
- DAVIES, EMMA, 2005: The Sanger success story. Chemistry World,  
December, S. 44 - 48.
- DAWKINS, RICHARD, 2016: Die Poesie der Naturwissenschaften.  
Autobiographie. Aus dem Englischen von SEBASTIAN VOGEL. Berlin.  
- Original: 2013 und 2015.
- DECKER. HERMAN, 1928: Aus Carl Graebes Leben. - In: Nachruf auf Carl  
Graebe. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, A, S. 21 - 46.
- DECKERS, DANIEL, 1994: Die Kontroverse um die Rechtmässigkeit der  
Eroberung Amerikas. Zeitschrift für Historische Forschung, 21. Band, S.  
345 - 373.
- DÉES DE STERIO, A., 1975: Nobel führte sie zusammen. Stuttgart und Zürich.
- DEICHMANN, UTE and BENNO MÜLLER-HILL, 1998: The fraud of  
Abderhalden's enzymes. Nature, Volume 393, 14 May, S, 109 - 111.
- DEMANDT, ALEXANDER, 1997: Mommsen, Theodor. Neue Deutsche  
Biographie, 18. Band, S. 25 - 27.
- DEMOLL, R., 1932: Der Wandel der biologischen Anschauungen in den letzten  
hundert Jahren. München.
- DEPENBROCK, GERD, 1984: Popularisierung von Wissenschaft. Kindlers  
Enzyklopädie 'Der Mensch', VII, S. 497 - 508. Zürich.
- DERHAM, WILLIAM, 1750: Physico-Theologie oder Natur-Leitung zu Gott,  
Durch aufmercksame Betrachtung der Erd-Kugel, und der darauf sich  
befindenden Creaturen, Zum augenscheinlichen Beweiß Daß ein Gott und  
derselbige ein Allergütigstes; Allweises, Allmächtigstes Wesen sey,... In

- die deutsche Sprache übersetzter von C. L. W. ... JO. ALBERTO FABRICIO...Neue Auflage. Hamburg.
- DESSAUER, F, 1958: Die Offenbarung einer Nacht. Frankfurt a. M.
- DESSOIR, M., 1946: Buch der Erinnerung. Stuttgart.
- DIDEROT, DENIS, Ausgabe 1961: Philosophische Schriften. 1. Band. Berlin. -  
Darin: 1746: Philosophische Gedanken, S. 1 - 47.
- DOLMAN, CLAUDE B., 1971: Ehrlich, Paul. Dictionary of Scientific Biography, Vol. IV. New York. S. 295 - 305.
- DOLMAN, CLAUDE B., 1972: Fleming, Alexander. Dictionary of Scientific Biography, Vol. V, New York. S. 28 - 31.
- DOPSCH, ALFONS, 1925 / 1938: Das Kontinuitätsproblem. Vom Altertum zum Mittelalter. Vom Altertum zum Mittelalter. Nach einem Vortrag, der unter gleichem Titel auf der 55. Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner zu Erlangen am 29. IX. 1925 gehalten wurde. In: DOPSCH, ALFONS, 1938: Beiträge zur Sozial - und Wirtschaftsgeschichte. Gesammelte Aufsätze / Zweite Reihe. Herausgegeben von Univ. - Professor Erna Patzelt. S. 253 - 276. Wien.
- DORN, PAUL, 1926: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 78. Band, 1. 1. Heft, S. 184 - 177.
- DREYFUS, G. L., 1915: Paul Ehrlichs Krankheit und Tod. Münchener Medizinischen Wochenschrift, 62 (31. August), Nr. 35, S. 1190 - 1192.
- DRIESCH, HANS, 1899: Die Lokalisation morphogenetischer Vorgänge. Ein Beweis vitalistischen Geschehens. Archiv für Entwicklungsmechanik,...ROUX, 8, 1, S. 35 - 111.
- DRIESCH, HANS, 1901: Die organischen Regulationen. Vorbereitungen zu einer Theorie des Lebens. Leipzig.
- DRIESCH, HANS, 1902: Kritisches und Polemisches. I. Die Metamorphosen der Entwicklungsphysiologie. Biologisches Centralblatt, 32, 5, S. 151 - 159.
- DRIESCH, HANS, 1906: Die Physiologie der tierischen Form. Ergebnisse der Physiologie, 5. Jahrgang, I. und II. Abteilung Biochemie, Biophysik und Psychophysik, S. 1 - 107. Wiesbaden.
- DRIESCH, HANS, 1935: Zur Kritik des "Holismus". Acta Biotheoretica, I, S. 185 - 202.
- DU BOIS-REYMOND, EMIL, 1860: Gedächtnisrede auf Johannes Müller. Aus den Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1859. Berlin. S. 25 - 190.



- DU BOIS-REYMOND, EMIL, 1876: Rede in: &. Juli. Öffentliche Sitzung der Akademie der Wissenschaften in Berlin zur Feier des Leibnizischen Jahrestages. Monatsbericht der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Juli 1876, S. 385 - 407.
- DU BOIS-REYMOND, EMIL, 1897: Hermann von Helmholtz. Leipzig.
- DU BOIS-REYMOND, ESTELLE, 1918: Jugendbriefe von Emil du Bois - Reymond an Eduard Hallmann. Berlin.
- DÜRKEN, BERNHARD, 1929: Grundriß der Entwicklungsmechanik. Berlin.
- DUVE, CHRISTIAN DE, 1997 (dtsch. Copyrigh 1995): Aus Staub geboren. Leben als kosmische Zwangsläufigkeit. Deutsch von SEBASTIAN VOGEL. Reinbek bei Hamburg. - Original: Vital Dust. Life as a Cosmic Imperative. New York 1995.
- DYSON, FREEMAN J., 2012: Is Science Mostly Driven by Ideas or by Tools. Science, Volume 338, 14 December, S. 1426/1427.
- ECKERT, MICHAEL, 2018: Theorie zwischen Klassik und Moderne. Arnold Sommerfeld ... Physik Journal, 17, Nr. 11, S. 57 - 61.
- EDDINGTON, Sir ARTHUR: Philosophie als Naturwissenschaft. Wien.
- EDELSTEIN, SIDNEY, 1974: Perkin, William Henry. Dictionary of Scientific Biography, Volume X, S. 515 - 517, New York,
- EHLERS, E., 1885: Carl Theodor Ernst von Siebold. Eine biographische Skizze. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XLII. Band, S. V - XXXIV.
- EHRENBERG, C. G., 1833: Nothwendigkeit einer feineren mechanischen Zerlegung des Gehirns und der Nerven vor der chemischen. (Auszug aus einer Mittheilung in der physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 29. April 1833). Annalen der Physik und Chemie ... Poggendorff, 28, S. 449 - 473.
- EHRENBERG, CHRISTIAN GOTTFRIED, 1848: Bericht über: Hr. Ehrenberg zeigte das seit alter Zeit berühmte Prodigium des Blutes im Brode und auf Speisen als jetzt in Berlin vorhandene Erscheinung im frischen Zustande vor und erläuterte dieselbe als bedingt durch ein bisher unbekanntes monadenartiges Tierchen (Monas ? prodigiosa). Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1848. S. 349 - 358. - Mit Fortsetzungen.
- EHRlich, PAUL, 1885: Das Sauerstoff-Bedürfnis der Organismen. Eine farbenanalytische Studie. Berlin.

- EHRlich, PAUL, 1923: Skizze zu Autobiographie in: EBSTEIN, ERICH, 1923: Ärzte-Memoiren aus vier Jahrhunderten. Berlin. S. 380 - 387.
- EINSTEIN, ALBERT, 1934: Mein Weltbild. Herausgegeben von CARL SEELIG. Ullstein Buch Nr. 65. Erstdruck. Amsterdam.
- EINSTEIN, ALBERT, 1956: Lettres a Maurice Solavine. Paris.
- EKHOLM, NILS, 1904: Wetterkarten der Luftdruckschwankungen. Meteorologische Zeitschrift, 8, S. 345 - 357.
- ELKANA, YEHUDA, 1970: The conservation of energy: a case of simultaneous discovery? Archives Internationales d' Histoire des Sciences, Vingt - troisième année, S. 31 - 60.
- ELKANA, YEHUDA, 1986: Anthropologie der Erkenntnis. Die Entwicklung des Wissens als episches Theater einer listigen Vernunft. Übersetzt von RUTH ACHLAMA. Frankfurt a. M.
- ELSTER, J. und H. GEITEL, 1898: Versuche an Becquerelstrahlen. Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge, Band 66, S. 735 - 740.
- ENGELHARDT, RODERICH von, 1933: Die Deutsche Universität Dorpat in ihrer geistesgeschichtlichen Bedeutung. München.
- ENGELHARDT, WOLF von, 1975: Theorienwandel in der Geowissenschaft. Freiburger Universitätsblätter, 14. Jahrgang, Heft 49, August, S. 17 - 30.
- ENGELMANN, HERMANN THEODOR WILHELM, 1898: Gedächtnisrede auf Emil du Bois-Reymond. Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1898. Berlin. S. 1 - 24.
- ENGELS, FRIEDRICH, 1883 / 1962: Das Begräbnis von Karl Marx. MEGA, band 19, Berlin. S. 335 - 339. - Ursprünglich in: Der Sozialdemokrat, Nr. 13 vom 22. März 1883.
- ENGLER, C., 1900: Zur Geschichte der Bildung des Erdöls, Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 33. Jahrgang, Band I, S. 7 - 21.
- ERICSON, DAVID B. and GOESTA WOLLIN, 1968: Pleistocene Climates and Chronology in Deep - Sea Sediments. Science, Volume 162, No. 3859, 13 December, S. 1227 - 1234.
- ERMAN, 1818: Ueber den wechselseitigen Einfluss von Electricität und Wärmethätigkeit. Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften in Berlin, aus den Jahren 1814 - 1815. S. 123 - 133.
- ERNST, PAUL, 1914: Edwin Klebs. Münchener Medizinische Wochenschrift, 61 (27. Januar), 4, S. 193 - 196.
- ESCHERICH, KARL, 1944: Leben und Forschen. Kampf um eine Wissenschaft. Berlin.

- EXNER, SIGMUND, 1890: Ernst von Brücke und die moderne Physiologie. Wiener Klinische Wochenschrift, III, Nr. 42: S. 807 - 812.
- EYLES, V. A., 1973 c: Joly, John. Dictionary of Scientific Biography, Vol. VII, New York, S. 160 / 161.
- F., A., 1923: Sir Norman Lockyer, K. C. B., 1836 - 1920. Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Vol. CIV. S. i - Xiv.
- FABRE, JEAN-HENRI, 1950: Aus der Wunderwelt der Instinkte. Meisenheim / Glan.
- FEBVRE, LUCIEN, 1995: Michelet und die Renaissance. Aus dem Franz. von GRETE OSTERWALD. - Original: Michelet et la Renaissance. Paris 1992.
- FEIL, SYLVIA, 2012: Die Lachgas-Reduktase. Ackerböden im Stickstoffkreislauf. Chemie in Unserer Zeit, 46, S. 72.
- FELDMEIER, HERMANN, 1999: Schwelende Infektionen. Neue diagnostische Verfahren verändern das Verständnis von Krankheiten. Neue Züricher Zeitung, Mittwoch, 3. Februar, Nr. 27, S. 51.
- FELLMANN, FERDINAND, 1995: Barwert des Denkens. Die unverkrampfte Philosophie des Pragmatisten William James. Frankfurter Allgemeine Zeitung (F. A. Z.), 30. Januar, Nr. 25, S. 30.
- FERBER, JOHANN JACOB, 1774: Beyträge zur Mineral - Geschichte von Böhmen. Berlin.
- FICK, ADOLF, 1865 / 1906: Ein Hungertag für die Wissenschaft (Faulhornbesteigung). Nachlaß. - In: FICK, ADOLF, 1906: Gesammelte Schriften, IV. Band, Würzburg. S. 421 - 437.
- FINSCH, OTTO, 1888: Samoafahrten. Reisen im Kaiser Wilhelms-Land und Englisch-Neu Guinea in den Jahren 1884 und 1885 an Bord des deutschen Dampfers "Samoa". Leipzig.
- FIRBAS, FRANZ, 1931: Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, LXXIV, S. 459 - 695.
- FISCHER, ERNST PETER, 1995: Die verdrängten Emotionen der Forscher. Die Nachtseite der Wissenschaft. bild der wissenschaft, 4, S. 50 / 51.
- FISCHER, J. G., 1853: Die Einheit in der organischen Natur. Populaire Vorträge in der Lesehalle zu Hamburg gehalten. Hamburg.
- FISCHER, JEAN-LOUIS, 1994: Leben und Werk von Camille Dareste 1822 - 1899. Schöpfer der experimentellen Teratologie. Aus dem Französischen

- von JOHANNES KLAPPERSTÜCK (†), Halle. Acta Historica Leopoldina, Nr. 21. Halle / Saale.
- FISCHER, WALTHER, 1974: Mallet, Robert. Dictionary of Scientific Biography, Volume IX, S. 60/61, New York.
- FITTIG, RUDOLPH, 1895: Ziele und Erfolge der wissenschaftlichen chemischen Forschung. Rede ... Stiftungsfest Universität Straßburg.
- FITTING, HANS, 1909 a
- FITTING, HANS, 1909 b
- FITTING, HANS 1911: Untersuchungen über die vorzeitige Entblätterung von Blüten. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 49. Band, S. 187 - 263.
- FITTING, HANS, 1919: Hermann Vöchting. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 37, 5, (41) - (77).
- FLASCH, KURT, 1989<sup>2</sup>: Einführung in die Philosophie des Mittelalters. Darmstadt.
- FLEMING, Sir AMBROSE, 1939: Physics and the Physicists of the Eighteen Seventies. Nature, Vol. 143, No. 3612, Jan. 21, S. 99 - 102.
- FONTANA, FELIX (FELICE), 1787: Abhandlung über das Viperngift, die Amerikanischen Gifte, das Kirschchlorbeergift und einige andere Pflanzengifte nebst einigen Betrachtungen über den ursprünglichen Bau des thierischen Körpers, über die Wiedererzeugung der Nerven und der Beschreibung eines neuen Augenkanals. 1. und 2. Band. Berlin.
- FONTENELLE, BERNARD LE BOVIER DE, Ausgabe 1989: Gespräche über die Vielzahl der Welten. Aus dem Französischen. Übersetzung von ULRICH KUNZMANN. - In: FONTENELLE, ..., 1989: Philosophische Neuigkeiten für Leute von Welt und für Gelehrte. Ausgewählte Schriften. S. 112 - 119. Leipzig.
- FOERSTER, W., 1911: Lebenserinnerungen und Lebenshoffnungen. Berlin.
- FRANCHINI, JOSEPH, 1931 a: Ch. Alphonse Laveran, 1845 - 1922. Annals of Medical History, New Series, Vol. III, No. 1, January, whole No. 53, S. 280 - 288.
- FRANCHINI, JOSEPH, 1931 b: Antonio Vallisneri. Annals of Medical History, New Series, Vol. III, No. 1, January, whole No. 53, S. 58 - 68.
- FRANK, ALBERT BERNHARD, 1885: Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, III: S. 128 - 145.

- FRANK, OTTO, 1910: Carl von Voit. Gedächtnisrede gehalten in der öffentlichen Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften am 9. März 1910. München.
- FRANK, PHILIPP, 1979: Einstein. Sein Leben und seine Zeit. Braunschweig, Wiesbaden.
- FRAUNBERGER, FRITZ, 1975: Regener, Erich Rudolph Alexander. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 347 / 348, New York. .
- FRAUNBERGER, FRITZ und JÜRGEN TEICHMANN, 1984: Das Experiment in der Physik. Braunschweig / Wiesbaden.
- FREMDLING, RAINER, 1983: Die Ausbreitung des Puddelverfahrens und des Kokshochofens in Belgien, Frankreich und Deutschland. Technikgeschichte, Band 50. Nr. 3, S. 197 - 211.
- FREYBERG, B. v., 1970: Baier, Johann Jakob. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 392/393, New York.
- FRICKE, WALTER, 1970: Bessel, Friedrich Wilhelm. Dictionary of Scientific Biography, Volume II, New York, S. 97 - 102.
- FRIEDMAN, HERBERT, 1997: The Invisible Universe of X - rays and Gamma Rays. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 141, No. 4, 4 December, S. 407 - 416.
- FRISCH, KARL von, 1938: Zur Psychologie des Fisch - Schwarms. Vortrag in der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie zu München am 21. Juni 1938. Die Naturwissenschaften, 26, 37, S. 601 - 606.
- FRISCH, KARL von, 1973: Erinnerungen eines Biologen. 3. erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg, New York.
- FRISCH, OTTO ROBERT, 1981: Woran ich mich erinnere. Physik und Physiker meiner Zeit. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. LUCIEN TRUEB, Zürich. Grosse Naturforscher, Band 43. Stuttgart. - Titel der englischen Originalausgabe "What little I remember", Cambridge University Press 1979.
- FUKUDA, TOKUZO, 1900: Die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung in Japan. Stuttgart.
- GARROD, ARCHIBALD E., 1902: The Incidence of Alkaptonuria: A Study in Chemical Individuality. The Lancet, 18, 13 December, S. 1616 - 1620.
- GEGENBAUR, CARL, 1864: Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Leipzig.
- GEISON, GERALD L., 1973: Loewi, Otto. Dictionary of Scientific Biography, Vol. VIII, New York. S. 451 - 457.

- GERLACH, WALTER, 1936: Theorie und Experiment in der exakten Wissenschaft. Erweiterte Fassung des Vortrages in der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte am 22. September 1936 in Dresden. Die Naturwissenschaften, 24. Jahrgang, 13. November, Heft 46/47, S. 721 - 741.
- GERLACH, WALTHER, 1961: Johannes Kepler. Der Ethiker der Naturforschung. Öffentlicher Vortrag auf der 101. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte am 27. September 1960 in Hannover. Die Naturwissenschaften, 48, 4, S. 85 - 96.
- GERLACH, WALTHER, 1976: Wilhelm Conrad Röntgen. - In: Die Grossen. IX, S. 34 - 65. Zürich.
- GIBBS - SMITH, CHARLES H., 1963: The Wright Brothers and their Invention of the practical Aeroplane. Nature, Vol. 198, No. 4863, June 1, S. 824 - 826.
- GLASS, B. et al., 1959: Forerunners of Darwin 1745 - 1859. Baltimore: The John Hopkins Press.
- GLAUBRECHT, MATTHIAS, 1995: Der lange Atem der Schöpfung. Was Darwin gern gewußt hätte. Hamburg.
- GMELIN, JOHANN FRIEDRICH, 1796: Handbuch der technischen Chemie. 2. Band. Halle.
- GÖB, PETER, 1972: Hoffmann, Felix. Neue Deutsche Biographie, 9, S. 415 / 416.
- GOLDMANN, EDWIN E., 1913: Vitalfärbung am Zentralnervensystem. Abhandlungen der königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1913, Physikalisch-Mathematische Classe, S. 1 - 55.
- GOLDSCHMIDT, RICHARD B., 1959. Erlebnisse und Begegnungen. Aus der großen Zeit der Zoologie in Deutschland. Hamburg und Berlin.
- GOLDSCHMIDT, RICHARD B., 1961: Theoretische Genetik. In deutscher Sprache bearbeitet und herausgegeben von Prof. Dr. FRANZ SCHWANITZ Übersetzt von ... FRANZ SCHWANITZ und HANNA SCHWANITZ. Berlin. - Original: Theoretical Genetics. Berkeley and Los Angeles 1955.
- GOLTZ, FRIEDRICH, 1884: Ueber die Verrichtungen des Grosshirns. Archiv für die gesammte Physiologie, ... PFLÜGER, 34, S. 450 - 505.
- GOETHE, JOHANN WOLFGANG, :Schriften zur Naturwissenschaft, 11. Band. Nachlaß.

- GOETHE, JOHANN WOLFGANG von, s. 1949: Einige geologische Beobachtungen und Gedanken. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 101, S. 1 - 8.
- GOUGH, J. B., 19: Fizeau, Armand-Hippolyte-Louis. Dictionary of Scientific Biography, Vol., New York. S. 18 - 21.
- GOULD, STEPHEN JAY, 1992: Die Entdeckung der Tiefenzeit. Zeitpfeil oder Zeitzyklus in der Geschichte unserer Erde. München. - Original: Time's Arrow - Time's Cycle. Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1987.
- GOULD, STEPHEN JAY, 1988: Der falsch vermessene Mensch. Frankfurt a. M. - Englisch Original: The Mismeasure of Man. New York 1981.
- GRADMANN, ROBERT, 1910: Über die Bedeutung postglazialer Klimaveränderungen für die Siedlungsgeographie. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 62. Band, S. 117 - 122.
- GRANIT, RAGNAR, 1946: Würdigung der Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin 1944 - 1946 JOSEPH ERLANGER und HERBERT SPENCER GASSER. Les Prix Nobel en 1940 - 1944, S. 32 - 34. Stockholm.
- GROBLER, ADAM, 1990: Between Rationalism and Relativism. On Larry Laudan's Model of Scientific Rationality. British Journal of Philosophy of Science, 41, S. 493 - 507.
- GROSSMANN, HENRYK, 1935: Die gesellschaftlichen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und die Manufaktur. Zeitschrift für Sozialforschung. Herausgegeben im Auftrag des Instituts für Sozialforschung von MAX HORKHEIMER, Jahrgang IV, Heft 2, S. 161 - 231.
- GROß, MICHAEL, 2016: Wie entstanden und funktionierten die ersten Nukleinsäuren? Chemie in unserer Zeit, 50, S. 368 - 373.
- GROTJAHN, ALFRED, 1932: Erlebtes und Erstrebtes. Erinnerungen eines sozialistischen Arztes. Berlin.
- GRUBER, MAX von, 1923: Der Anteil von Anlage und Umwelt an der Persönlichkeit. Festrede, gehalten in der öffentlichen Sitzung der Preußischen Akademie der Wissenschaften zur Feier des 164. Stiftungsfestes am 27. Juni 1923. München.
- GUERICKE, OTTO von, Ausgabe 1968 (Original 1672): Neue (sogenannte) Magdeburger Versuche über den leeren Raum. Übersetzt und herausgegeben von HANS SCHIMANK, unter Mitarbeit von HANS GOSSEN †, GREGOR MAURACH und FRITZ KRAFFT im Auftrag der

- georg - Agricola - Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Düsseldorf.
- GUERLAC, HENRY, 1970: Black, Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Vol. II, New York, S. 173 - 183.
- GUERLAC, HENRY, 1972: Hales, Stephen. Dictionary of Scientific Biography. Vol. VI, New York. S, 35 - 48.
- GUGEL, KURT F., 1955: Johann Rudolph Glauber 1604 - 1670 Leben und Werk. Würzburg.
- GUIOT, JEAN - PAUL, 1985: Zur Entdeckung der ultravioletten Strahlen durch Johann Wilhelm Ritter. Archives Internationales d'Histoire des Sciences, Volume 35, S. 346 - 356.
- HAACKE, WILHELM, 1893: Gestaltung und Vererbung. Eine Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig.
- HABERLANDT, EDDA, 2009: "Es muß etwas Besseres als ein Kondom geben". Ein Rückblick auf das Forscherleben von Ludwig Haberlandt. SpringerMedizin.at. (online).
- HABERLANDT, GOTTLIEB, 1905 a: Die Sinnesorgane der Pflanzen. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. 76. Versammlung zu Breslau, 18. bis 24. September 1904. Leipzig. S. 72 - 87.
- HABERLANDT, GOTTLIEB, 1905 b: Über den Begriff „Sinnesorgan“ in der Tier- und Pflanzenphysiologie. Biologisches Centralblatt, 25, 13, S. 446 - 451.
- HABERLANDT, G., 1913: Zur Physiologie der Zellteilung. Vorgetragen am 27. Februar 1913. Sitzungsberichte der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften, XVII, S. 318 – 345.
- HABERLANDT, G., 1922: Über Zellteilungshormone und ihre Beziehungen zur Wundheilung, Befruchtung, Parthenogenese und Adventivembryonie. Biologisches Zentralblatt, 42, S. 145 – 172.
- HABERLANDT, G., 1923a: Wundhormone als Erreger von Zellteilungen. Beiträge zur Allgemeinen Botanik, 2. Band, S. 1 – 53. Berlin.
- HABERLANDT, GOTTLIEB, 1933: Erinnerungen. Berlin.
- HABERLANDT, LUDWIG: Aufzeichnungen s. in ZANGERL, C. 2014.
- HABERLING, WILHELM, 1924: Johannes Müller. Das Leben eines rheinischen Naturforschers. Leipzig.
- HAECKEL, ERNST, 1865: Ueber den Stammbaum des Menschengeschlechts. Vortrag gehalten im November 1865 in einem Privatkreise zu Jena. - In:



- HAECKEL, E., 1878: Gesammelte populäre Vorträge aus dem Gebiete der Entwicklungslehre, 1. Heft, Bonn.
- HAECKEL, ERNST, 1866: Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft. Mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie. 1. Band. Berlin.
- HAECKEL, ERNST, 1877: Ueber die heutige Entwicklungslehre im Verhältnis zur Gesamtwissenschaft. Vortrag gehalten am 18. September 1877 in der ersten öffentlichen Sitzung der 50. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in München. Amtlicher Bericht der 50. Versammlung Deutscher naturforscher und Aerzte in München, 17. bis 22. September 1877. München.
- HAECKEL, ERNST, 1903 (ältere Originalausgabe war 1899): Die Welträthsel. Gemeinverständliche Studien über Monistische Philosophie. Bonn.
- HAHN, OTTO, 1954: Die Bedeutung der Grundlagenforschung für die Wirtschaft. Forschung und Wirtschaft, Partner im Fortschritt II.
- HALBSGUTH, 1974
- HALLAUER, C., 1929: Ueber das Lysozym. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Erste Abteilung, 114. Band, S. 519 - 529.
- HALLER, ALBRECHT von, 1775: Briefe über einige Einwürfe nochlebender Freygeister wieder die Offenbarung. I. Theil. Bern. - 1776, II. Theil, Bern.
- HALLER, ALBRECHT von, 1788: Grundriß der Physiologie für Vorlesungen. Nach der vierten lateinischen, mit den Verbesserungen und Zusätzen des Herrn Hofrath WRISBERG von Göttingen vermehrten Ausgabe, von neuem übersetzt und mit Anmerkungen versehen durch Herrn Hofrath SÖMMERRING in Mainz, mit einigen Anmerkungen begleitet und besorgt von P. F. MECKEL. Professor in Halle. Berlin.
- HALLER, JOHANNES, 19: Lebenserinnerungen. Stuttgart.
- HALLWACHS, WILHELM, 1888: Ueber den Einfluss des Lichtes auf electrostatisch geladene Körper. Annalen der Physik und Chemie (WIEDEMANN), Band XXXVII, S. 301 - 322.
- HALLWACHS, WILHELM, 1889: Ueber den Zusammenhang des Electricitätsverlustes durch Beleuchtung mit der Lichtabsorption. Annalen der Physik und Chemie (WIEDEMANN), Band XXXVII, S. 666 - 675.

- HAMPE, MICHAEL, 1999: Epochenschwellen und ihre "Erfindung". Von mancherlei Revolutionen. Neue Züricher Zeitung, Freitag, 5. Februar. Nr. 29, S. 33.
- HANLE, WILHELM, 1989: Memoiren. Giessen.
- HARRIES, CARL, 1917: Eduard Buchner. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang L, S. 1843 - 1876.
- HARRIS, HENRY, 1982: Joachim Hämmerling. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 28, S. 111 - 124.
- HARRISON, ROSS GRANVILLE, 1912: The Cultivation of Tissues in Extraneous Media as a Method of Morphological Study. Read before the American Association of Anatomists, December 27, 1911, at Princeton, N. J., in opening the Symposium on "Tissue Culture". The Anatomical Record, Volume 6, No. 4, April 20, S. 181 - 193.
- HARRISON, ROSS GLANVILLE, 1937: Embryology and Its Relations. Address of the retiring vice - president and chairman of the Section on Zoological Sciences, American Association for the Advancement of Science, Atlanta City, December 30, 1936. Science, 85 (16. 4.), No. 2207, S. 369 - 374.
- HARDT, THOROLF, BERND HERKNERm 2011: Wie aus Zwergen Riesen wurden. ... Dinosaurier... Biologie Unserer Zeit, 1 (14), S. 24 - 33.
- HART-DAVIS, ADAM, 2001: James Watt and the Lunatics of Birmingham. Science, Vol. 292, 6 April, S. 55 / 56.
- HARTING, P., 1859: Die vorweltlichen Schöpfungen verglichen mit den gegenwärtigen. Aus dem Holländischen übersetzt von J. E. A. MARTIN. Mit einem Vorworte von M. J. SCHLEIDEN...Leipzig.
- HARTMANN, NORBERT, 1975: Kenntniswechsel in der Biochemie unter besonderer Berücksichtigung der Vitamine. Festvortrag 22. November 1971. Greifswald.
- HASENCLEVER, ROBERT, 1900: Erinnerungen an Friedrich Mohr. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 33, III, S. 3827 - 3838.
- HASSELQUIST, FRIEDRICH, 1762: Reise nach Palästina in den Jahren 1749 bis 1752. Auf Befehl Ihre Majestät der Königin von Schweden herausgegeben von CARL LINNÄUS. Aus dem Schwedischen. Rostock.
- HASSENSTEIN, BERNHARD, 2004: Tief beeindruckt von Konrad Lorenz (1903 - 1989). Acta Historica Leopoldina, 19, Vorträge und Abhandlungen zur Wissenschaftsgeschichte 2000/2001, S. 9 - 40.

- HAUSMANN, R. (Herausgeber), 1909: Aus den Jugendjahren von Karl Ernst von Baer. Briefe von ...Baer an Eduard Aßmuth. Separatdruck aus der 'Baltischen Monatsschrift', Riga.
- HEBERER, GERHARD, 1970, 2. unveränderte Auflage: Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur. Von THOMAS HUXLEY. Eingeleitet und in Anlehnung an VICTOR CARUS Übersetzt von GERHARD HEBERER Göttingen. Stuttgart.
- HEIM, ALB., 1908: Der Bau der Schweizeralpen. Vortrag gehalten im Rathause Zürich den 24. Jan. 1907. Neujaahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1908.
- HEIM, NIKOLAUS, 1999: Von der aristokratischen zur rationierten Medizin. Neue Zürcher Zeitung, Samstag / Sonntag 6. / 7. März, Nr. 54, S. 57.
- HEINROTH, OSKAR, 1911: Beiträge zur Biologie, namentlich Ethologie und Psychologie der Anatiden. Verhandlungen des V. Internationalen Ornithologen-Kongresses in Berlin, 30. Mai bis 4. Juni 1910. Herausgegeben von HERMANN SCHALOW. Berlin. S. 589 - 702.
- HEINROTH, OSKAR; KONRAD LORENZ, 1988: Woui aber hat das Vieh diesen Schnabel? Briefe aus der frühen Verhaltensforschung 1930 - 1040. Herausgegeben von OTTO KOENIG. München, Zürich.
- HEISCHKEL, EDITH, 1950: Eduard Pflüger (1829 - 1910). Lebensbilder aus Kurhessen und Waldeck 1830 - 1930. 4. Band. Marburg a. L. S. 253 - 263.
- HEISENBERG, WERNER, 1969: Der Teil und das Ganze. München.
- HEISENBERG, WERNER, 1973: Schritte über Grenzen. Gesammelte Reden und Aufsätze. 2. Auflage. München.
- HEITLER, W., 1961: Erwin Schrödinger. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 7, S. 221 - 228.
- HELLAND, AMUND, 1879: Ueber die glacialen Bildungen der nordeuropäischen Ebene. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, XXXI. (31) Band, S. 63 - 106.
- HELLMAN, C. DORIS, 1958. George Sarton, Historian of Science and New Humanist. Science, Volume 128, 19 September, S. 641 - 644.
- HELMHOLTZ, ANNA von, 1929: Ein Lebensbild in Briefen. Herausgegeben von ELLEN von SIEMENS-HELMHOLTZ. 1. Band, 2. Band. Berlin.
- HENKE, K., 1955: Forschung und Lehre heute. Zum 70. Geburtstag von ALFRED KÜHN. Die Naturwissenschaften, 42, 8, S. 193 - 199.

- HENLE, JACOB, 1841: Allgemeine Anatomie. Lehre von den Mischungen und Formbestandtheilen des menschlichen Körpers. S. TH. von SÖMMERING vom Baue des menschlichen Körpers. Neu umgearbeitete und vervollständigte Original-Ausgabe. 6. Band. Leipzig.
- HENLE, JACOB, 1846 / 1910: Von den Miasmen und Kontagien und von den miasmatisch-kontagiösen Krankheiten. - Neu in: Klassiker der Medizin, herausgegeben von KARL SUDHOFF. Einleitung von FELIX MARCHAND. Leipzig.
- HERBST, CURT, 1901: Formative Reize in der tierischen Ontogenese. Ein Beitrag zum Verständnis der tierischen Embryonalentwicklung. Ein Beitrag zum Verständnis der tierischen Embryonalentwicklung. Leipzig.
- HERBST, CURT, 1906: Vererbungsstudien. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 21, 2, S. 173 - 305.
- HERMANN, ARMIN, Das Weltreich der Physik.
- HERMANN, LUDIMAR, 1879: Ueber die Errungenschaften der Physiologie in den letzten 40 Jahren. Tageblatt der 52. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Baden-Baden. S. 83 - 93.
- HERRMANN, W. A., 1988: 100 Jahre Metallcarbonyle. Eine Zufallsentdeckung macht Geschichte. Chemie in unserer Zeit, 22, 4: S. 113 - 122.
- HERSCHEL, WILLIAM, 1800: Investigation of the Power of the prosmatic Colours to heat and illuminate Objects; with Remarks, that prove the different Refrangibility of radiant Heat. To which is added, an Inquiry into the Method of viewing the Sun advantageously, with Telescopes of large Apertures and high magnifying Powers. Philosophical Transactions of the Royal Society, S. 255 ff.
- HERSCHEL, J. F. W., 1836: Ueber das Studium der Naturwissenschaft. Aus dem Englischen übersetzt von F. C. HENRICI. Göttingen.
- HESS, VIKTOR, 1912: Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei sieben Freiballonfahrten. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 121, Wien, S. 2001 - 2032.
- HESS, VICTOR, 1936: Unsolved problems in physics: tasks for the immediate future in cosmic ray studies. Nobel lecture, 12. December 1936. Les Prix Nobel. Stockholm.
- HETTNER, ALFRED, 1928: Die Oberflächenformen des Festlandes. Probleme und Methoden der Morphologie. Berlin.

- HEUSINGER, CARL FRIEDRICH, 1822: System der Histologie. Erster Theil: Histographie. Eisenach.
- HEYMANN, B., 1932: Robert Koch. Leipzig.
- HEVESY, G.; HILDE LEVY, 1935: Artificial Radioactivity of Dysprosium and other Rare Earth Elements. Nature, July 20, S. 103.
- HILDEBRAND, JOEL H., 1958: Gilbert Newton Lewis. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXXI, New York. S. 208 ff.
- H., A. V. (muß HILL sein), 1927: Obituary Prof. W. Einthoven. Nature, No. 3025, Vol. 1201, October 22, S. 591/592.
- HIS, WILHELM, 1865: Die Häute und Höhlen des Körpers. Akademisches Programm, Basel.
- HIS, WILHELM, 1868: Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Leipzig.
- HIS, WILHELM, 1870: Ueber die Bedeutung der Entwicklungsgeschichte für die Auffassung der organischen Natur. Leipzig.
- HIS, WILHELM, 1872: Über die Aufgaben und Zielpunkte der wissenschaftlichen Anatomie. Rede, gehalten beim Antritt der anatomischen Professur der Universität Leipzig den 4. November 1872. Leipzig. 18 Seiten.
- HIS, WILHELM, 1886: Die Entwicklung der zoologischen Station in Neaple und das wachsende Bedürfnis nach wissenschaftlichen Centralanstalten. Tageblatt der 59. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Berlin, 18. - 24. September, S. 258 - 264.
- HIS, WILHELM, 1895: Die anatomische Nomenklatur. Nomina anatomica. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung. Supplement-Band.
- HOCHE, ALFRED E., 1935: Jahresringe. München.
- HOFACKER, J. D., 1828: Ueber die Eigenschaften, welche sich bei Menschen und Thieren von den Eltern auf die Nachkommen vererben, mit besonderer Rücksicht auf die Pferdezucht. Tübingen.
- HOFF, J. H. VANT, 188: Die Rolle des osmotischen Druckes in der Analogie zwischen Lösungen und Gasen. Zeitschrift für physikalische Chemie, 1, S. 481 - 508.
- HOFMANN, AUGUST WILHELM, 1882: Zur Erinnerung an Friedrich Wöhler. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, XV, S. 3148 ff.

- HOFMANN, AUGUST WILHELM, 1884: Zur Erinnerung an Jean Baptiste André Dumas. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, XVII, S. 638 - 759.
- HOFMANN, A. W. v., 1892: Gedenkworte auf: Jean-Servais Stas. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 25, S. 1 - 14.
- HÖKFELT, TOMAS; GILE JOHANSSON, MENEK GOLDSTEIN, 1984: Chemical Anatomy of the Brain. Science, Volume 225, 21 September, S. 1326 - 1334.
- HÖLDER, HELMUT, 1985: Goethe als Geologe. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 136, S. 1 - 21.
- HÖLDER, HELMUT, 1989: Kurze Geschichte der Geologie und Paläontologie. Ein Lesebuch. Berlin, Heidelberg, New York...
- HOLDERMANN, K., 1957: Carl Bosch. Chemische Berichte, 90, 11, S. XIX - XXXIX.
- HOLMGREN, I., 1934 / 1935: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises für Physiologie oder Medizin an G. H. Whipple, G. R. Minot, W. P. Murphy. Les Prix Nobel en 1935. Stockholm 1935. S. 35 - 43.
- HOLTON, GERALD, 1979: Einsteins Methoden zur Theoriebildung. - In: AICHELBURG, PETER C. und ROMAN R. SEXL (Herausgeber), 1979: Albert Einstein. Sein Einfluß auf Physik, Philosophie und Politik. Braunschweig, Wiesbaden.
- HOLTON, GERALD, 1998: Einstein and the Cultural Roots of Modern Science. Daedalus, Volume 127, No. 1, S. 1 - 44.
- HOPPE-SEYLER, 1876
- HOSKIN, M. A., 19: Herschel, William. Dictionary of Scientific Biography, Volume, New York, S. 328 - 336.
- HÜCKEL, W., 1940: Otto Ruff. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 73, A / 12, S. 125 - 156.
- HÜCKEL, WALTER, 1949: Heinrich Kiliani. Chemische Berichte, 82, S. I - IX.
- HULL, DAVID, 1973: Charles Darwin and Nineteenth - Century Philosophies of Science. In: GIÈRE, R. N.; WESTFALL, R. S., 1973: Foundations of Scientific Method: The Nineteenth Century. Bloomington, London. S. 115 - 132.
- HUMBOLDT, ALEXANDER von, 1820: Ueber die zunehmende Stärke des Schalls in der Nacht. Annalen der Physik (L. W. GILBERT), 5. Band, S. 31 ff.

- HUMBOLDT, ALEXANDER von, 1828 / 1958: Festrede bei Eröffnung der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin am 18. September 1828. - Aus: PFANNENSTIEL, MAX (Herausgeber): Kleines Quellenbuch zur Geschichte der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Berlin, Göttingen, Heidelberg. S. 65 - 70.
- HUMBOLDT, ALEXANDER von, 1830: Über die Haupt-Ursachen der Temperatur-Verschiedenheit auf dem Erdkörper. Gelesen vor der Akademie der Wissenschaften am 3. Juli 1827. Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften. Berlin. S. 295 - 316.
- HUMBOLDT, ALEXANDER von, 1845: Kosmos. 1. Band. Stuttgart und Tübingen.
- HUME, DAVID, 1748, dtsh. o J. bei Reclam: Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand. Aus dem Englischen übertragen von RUDOLF EISLER. Leipzig.
- HUNGERLAND, H., 1984: Über die Erkenntnis des Naturforschers. Die Medizinische Welt, 35, S. 1607 - 1613.
- HUXLEY, THOMAS HENRY, 1894: The Life of Richard Owen. Vol. II. London.
- INGEN-HOUSZ, JOHANN, 1784: Uiber den Ursprung und die Natur der Priestley'schen grünen Materie. - In: INGEN-HOUSZ: Vermischte Schriften physisch-medicinischen Inhalts. Uibersetzt und herausgegeben von NICOLAUS CARL MOLITOR, 2., verb., verm. Auflage. 2. Band. Wien 1784. S. 127 - 236.
- INGEN - HOUSZ, JOHANN, 1790: Versuche mit Pflanzen, hauptsächlich über die Eigenschaft; welche sie in einem hohen Grade besitzen, die Luft im Sonnenlichte zu reinigen, und in der Nacht und im Schatten zu verderben: nebst einer neuen Methode, den Grad der Reinheit und Heilsamkeit der atmosphärischen Luft zu prüfen. Uebersetzt und herausgegeben von JOHANN ANDREAS SCHERE. Dritter Band. Wien.
- ISAACS, A. and J. LINDEMANN, 1957: Virus Interference. I. The interferon. Proceedings of the Royal Society, Series B, Biological Sciences, No. 927, 12. September, S. 258 - 267.
- IVARSSON, MATTIAS F.; LEROUX, JEAN-CHRISTOPHE und CASTAGNER, BASTEIN, 2012: Therapien gegen Bakterientoxins. Angewandte Chemie, 124, S. 4098 - 4121.
- JANTSCH, MARLENE, 1948: Die Malaria. Ein geschichtlicher Überblick. Beiträge zur Geschichte der Medizin, Heft 6. Wien.

- JAQUET, A., 1895: Professor Friedrich Miescher. Nachruf von ... In: Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. Basel, Band XI, Heft 2, S. 399 - 417.
- JASPERS, KARL, 1955: Vom Ursprung und Ziel der Geschichte. Frankfurt/M., Hamburg.
- JEANS, Sir JAMES, 1934: The New World Picture of Modern Physics. British Association for the Advancement of Science, Report of the Annual Meeting, 1934, Aberdeen, September 5 - 12, London. S. 1 - 18.
- JOHANNSEN, W., 1901: Johan Kjeldahl. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIII, Band III, S. 3880 - 3888.
- JOLIOT, F. und I. CURIE, 1934: Artificial Production of a New Kind of Radio - Element. Nature, February 10, S. 201 / 202.
- JONAS, HANS, 1991: Erkenntnis und Verantwortung. Gespräch mit INGO HERMANN in der Reihe "Zeugen des Jahrhunderts", herausgegeben von INGO HERMANN. Göttingen.
- JOUMEL, LAURE, 2007: Before "Modern" Chemistry. A Stroll inside the French Books from the Roy G. Neville Historical Chemical Library. Chemistry International, March-April, S. 10 - 12.
- JUNGK, ROBERT, 1966: Die große Maschine. Auf dem Weg in eine andere Welt. Bern, München, Wien.
- JUNGHUHN, F. W., 1855: Licht - und Schattenbilder aus dem Innern von Java. Aus dem Holländischen übersetzt. Amsterdam, Leipzig.
- KAHLBAUM, GEORG W. A. und ED. SCHAEER, 1901: Christian Friedrich Schönbein, 1799 - 1868. Ein Blatt zur Geschichte des 19. Jahrhunderts. Leipzig.
- KAMERLINGH ONNES, 1913 / 1914: Further experiments with liquid helium. ... VII. The potential difference necessary for the electric current through mercury below 4°19 K. Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden, Volume XIII, No. 133 - 144, S. 3 ff.
- KAMMERER, PAUL, 1912/1913: Monistische und dualistische Vererbungslehre. Das monistische Jahrhundert, 1: 225 - 235.
- KAMMERER, PAUL, 1925: Neuvererbung oder Vererbung erworbener Eigenschaften. Stuttgart - Heilbronn.
- KÄMPFERT, HANS-JÜRGEN, 2001: Preußische Landesgeschichte. Festschrift für Bernhart Jähmig zum 60. Geburtstag. Einzelschriften der Historischen



- Kommission für ost- und westpreußische Landesforschung, Band 22. S. 299 - 311. Marburg.
- KAPPERT, HANS, 1978: Vier Jahrzehnte miterlebte Genetik. Herausgegeben von WOLFGANG HORN und GÜNTER WRICKE. Berlin und Hamburg.
- KARLSON, P., 1984: Otto Hoffmann-Ostenhof zum 70. Geburtstag. *Naturwissenschaften*, 71, S. 491 / 492.
- KARLSON, P. und M. LÜSCHER, 1959: Pheromone. Ein Nomenklaturvorschlag für eine Wirkstoffklasse. *Die Naturwissenschaften*, 46, 2, S. 63 / 64.
- KARSTEN, 1889: Ritter, Johann Wilhelm. *Allgemeine Deutsche Biographie*, Band 28, S. 675 - 678.
- KAY, ALAN S., 1970: Bernard, Noël. *Dictionary of Scientific Biography*, Volume II, New York, S. 34 / 35.
- KEEGAN, JOHN, 1995: Die Kultur des Krieges. Aus dem Englischen von KARL A. KLEWER. Berlin. - Englische Originalausgabe 1993: *A History of Warfare*. New York / Hutchinson, London.
- KEILIN, D., 1960: Maurice Jules Gaston Corneille Caullery. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, Volume 6, S. 13 - 31.
- KEKULÉ, AUGUST, 1877 / 1929: Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie. Rede bei Antritt des Rektorates der Rheinischen Friedrich Wilhelm-Universität am 18. Oktober 1877. - In: ANSCHÜTZ, RICHARD, 1929: August Kekulé. Band II. Berlin. S. 903 - 917.
- KEKULÉ, AUGUST, 1878 / 1929: Die Principien des höheren Unterrichts und die Reformen des Gymnasium. Rede zur academischen Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs Wilhelm I. am 22. März 1878. - In: ANSCHÜTZ, RICHARD, 1929: August Kekulé. Band II. Berlin. S. 917 - 937.
- KEKULÉ, AUGUST, 1890 / 1929: Rede auf der zu seinen Ehren veranstalteten Feier der Deutschen Chemischen Gesellschaft im großen Saal des Rathauses der Stadt Berlin, 11. Februar 1890. (25 Jahre Benzoltheorie). *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 23, 1202. - In: ANSCHÜTZ, RICHARD, 1929: August Kekulé. Band II. Berlin. S. 937 - 947.
- KEMBLE, EDWIN C. and FRANCIS BIRCH, 1970: Percy Williams Bridgman. *Biographical Memoirs, National Academy of sciences of the United States of America*, Vol. XLI, S. 24 - 67.

- KEMSLEY, DOUGLAS S., 1968: Religious Influence in the Rise of modern Science: A Review and Criticism, particularly of the 'protestant-puritan ethic' Theory. *Annals of Science*. Vol. 24, September, No.3, S. 199 - 226.
- KIENLE, H., 1943: Das Weltsystem des Kopernikus und das Weltbild unserer Zeit. Vortrag zur Einleitung des Kopernikus-Jahres 1943 vor dem Institut für Deutsche Ostarbeit in Krakau am 5. Juni 1942. *Die Naturwissenschaften*, 31, 1 / 2, S. 1 - 12.
- KIRCHHOFF, G., 1963: Zur Geschichte der Spectral-Analyse und der Analyse der Sonnenatmosphäre. *Annalen der Physik und Chemie*, herausgegeben von POGGENDORFF, 4. Reihe, 28. Band. S. 94 - 111.
- KIRSCHNING, ANDREAS und FRANK HAHN, 2012: Vereinigung von chemischer Synthese und Biosynthese: ein neues Kapitel in der Totalsynthese von Naturstoffen und Naturstoffbibliotheken. *Angewandte Chemie*, 124, S. 4086 - 4096:
- KIßKALT, KARL, 1932: Die Entdeckung der Tuberkelbazillus. *Münchener Medizinische Wochenschrift*, 79 (1932, 25. März), Nr. 13, S. 497 - 501.
- KISCH, HEINRICH, 1914: *Erlebtes und Erstrebtes*. Stuttgart und Berlin.
- KLATT, B., 1954: Gedanken zur Zoologie als einer theoretischen Wissenschaft. *Studium Generale*, 7. Jahrgang, Heft 1 - Sonderabdruck.
- KLEIN, MARC, 1970: Berthold, Arnold Adolph. *Dictionary of Scientific Biography*, Volume II., S. 72/73, New York.
- KLEINE, FRIEDRICH KARL, 1949: Ein deutscher Tropenarzt. Einführung von HERBERT KUNERT. Hannover.
- KLEINERT, ANDREAS, 1984: Die Entdeckung der unsichtbaren Strahlen des Sonnenspektrums. *Gesnerus*, 41, S. 291 - 298.
- KLEMM, FRIEDRICH, 1970: Beckmann, Johann. *Dictionary of Scientific Biography*, Volume I, S. 554 / 555.
- KNIEP, HANS, 1919: Ernst Stahl. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 37, S. (85) - (104).
- KNIGHT, DAVID M., 1970: Becquerel, Alexandre-Edmond. *Dictionary of Scientific Biography*, Volume I, S. 555 - 558, New York.
- KNIGHT, DAVID, 1986: *The age of science: the scientific world-view in the nineteenth century*. Oxford, New York.
- KNIPPERS, R., 2012: *Eine kurze Geschichte der Genetik*. Berlin, Heidelberg.
- KOBBE, BRUNI, 1996: Der Fingerabdruck ferner Planeten. *bild der wissenschaft*, 5, S. 54 - 63.

- KOCHER, THEODOR, 1910: Über Krankheitserscheinungen bei Schilddrüsenerkrankungen geringen Grades. Nobel-Vortrag, 11. Dezember 1909. Les Prix Nobel en 1909. Stockholm. S. 1 - 59.
- KOCKA, JÜRGEN (Herausgeber), 1986: Max Weber, der Historiker. Kritische Studien zur Geschichtswissenschaft, Band 73. Göttingen.
- KÖHLER, JÜRGEN, 2001: Supraleitung in MgB<sub>2</sub>, bei 39 K - eine sensationelle und zugleich kuriose Entdeckung. Angewandte Chemie, 113, Nr. 13. S. 2501 - 2503.
- KOEHLER, O., 1933: Das Ganzheitsproblem in der Biologie. Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft, 9. Jahr. Naturwissenschaftliche Klasse, Heft 7. Halle.
- KOHLER, ROBERT E., Jr., 1973: The Enzyme Theory and the origin of Biochemistry. Isis, 64, Nr. 222, S. 181 - 196.
- KÖHLER, WERNER und HANSPETER MOCHMANN, 1988: Edwin Klebs (1834 - 1913) Pathologe und Wegbereiter der Bakteriologie. Zum Gedenken an seinen 75. Todestag. Zeitschrift für ärztliche Fortbildung, 82, S. 1037 - 1042.
- KOHLRAUSCH, FRIEDRICH, 1896/1910: Adresse an Hrn. Johann Wilhelm Hittorf zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum an 21. Oktober 1896. - in: KOHLRAUSCH, FRIEDRICH, 1910; Gesammelte Abhandlungen. Erster Band, S. 1062/1063. Leipzig.
- KOHLRAUSCH, FRIEDRICH, 1899/1910: Gustav Wiedemann. Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 1899, S. 155 - 167. - In: KOHLRAUSCH, FRIEDRICH, 1910; Gesammelte Abhandlungen. Erster Band, S. 1064 - 1076. Leipzig.
- KOKEN, E., 1909: Vorläufige Entgegnung an Herrn Arrhenius. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, S. 539.
- KÖLLIKER, ALBERT, 1867: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig.
- KOELREUTER, JOSEPH GOTTLIEB, 1761: Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. Leipzig.
- KOENIG, OTTO, 1988 (Hrsg.), s. HEINROTH, OSKAR 1988.
- KÖNIG, WOLFGANG, 1984: Retrospective Technology Assessment - Technikbewertung im Rückblick. Technikgeschichte Band 51, Nr. 4, S. 247 - 262.

- KOPAL, ZDENEK, 19: Römer, Ole Christensen. Dictionary of Scientific Biography, Vol., New York, S. 525 - 527.
- KOSSEL, A., 1897: Zur Erinnerung an Eugen Baumann. Zeitschrift für physiologische Chemie (HOPPE - SEYLERs...), 23, 1, S. 1 - 22.
- KOESTLER, ARTUR, 1966: Der göttliche Funke. Bern, München, Wien.
- KOTSOVSKY, DIMO, 1954: Alte und neue Wege in der Erforschung des Altern. Sudhoffs Archiv, 38, S. 58 - 70.
- KOVARIK, ALOIS F., 1929: Biographical Memoir of Bertram Borden Boltwood 1870 - 1927. National Academy of Sciences USA, S. 69 - 96.
- KOYRÉ, ALEXANDRE, Ausgabe 1998: Leonardo, Galilei, Pascal. Die Anfänge der neuzeitlichen Naturwissenschaft. Frankfurt am Main. - Original 1966, by Presses Universitaires de France, Paris.
- KRAFFT, FRITZ, 1982: Das Selbstverständnis der Physik im Wandel der Zeit. Weinheim.
- KRAFFT, FRITZ, 1988: An der Schwelle zum Atomzeitalter. Die Vorgeschichte der Entdeckung der Kernspaltung im Dezember 1938. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte, 11, S. 227 - 251.
- KRAFFT, FRITZ, 1991: Edwin Powell Hubble. Die Entwicklung der Astronomie seit William Herschel. - In: "Die Grossen", XI, S. 152 - 221. Zürich.
- KRANZ, W., 1913: Das Nördlinger Riesproblem. III. Jahres - Berichte und Mitteilungen des Oberrheinischen geologischen Vereines. Neue Folge, Band 3, Heft 1, S. 79 - 88.
- KREBS, HANS, 1979: Otto Warburg. Stuttgart.
- KREBS, J. R. and S. SIÖLANDER, 1992: Konrad Zacharias Lorenz. Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Socuey, Volume 38, S. 211 ff.
- KREHL, L., 1931: Oscar Minkowski †. Archiv für Experimentelle Pathologie und Pharmakologie (NAUNYN - SCHMIEDEBERG), 163, 1 / 2, S. 621 - 634.
- KREJCI-GRAF, KARL, 1950: Über die Phasen der Gebirgsbildung. Geologische Rundschau, 38, S. 112 - 124.
- KROHN, WOLFGANG, 1976: Zur soziologischen Interpretation der neuzeitlichen Wissenschaft. In: ZILSEL, EDGAR, 1976: Die sozialen Ursprünge der neuzeitlichen Wissenschaft. Herausgegeben und übersetzt von WOLFGANG KROHN. Frankfurt a. M. S. 7 - 43.

- KRUSE, 1903: Zur Geschichte der Ruhrforschung und über Variabilität der Bakterien. Deutsche Medizinische Wochenschrift, Band XXIX, Nr. 12, S. 201 - 204.
- KRUTA, VLADISLAV, 1975: Plenc'ic' (Plenciz), Marcus Antonius. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, New York, S. 37 / 38.
- KUHN, RICHARD, 1940: Carl Bosch. Die Naturwissenschaften, 28, 32, S. 481 - 489.
- KUHN, THOMAS S., 1981: Die kopernikanische Revolution. Braunschweig / Wiesbaden.
- KÜSTER, ERNST, 1918: Georg Klebs. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, XXXVI, S. (90) - (116).
- KÜSTER, ERNST, 1960: Erinnerungen eines Botanikers. Nach dem Manuskript herausgegeben von GERTRUD KÜSTER-WINKELMANN. Giessen.
- KÜTZING, FRIEDRICH TRAUOGOTT, 1960: Aufzeichnungen und Erinnerungen. Herausgegeben von R. H. WALTHER MÜLLER und RUDOLPH ZAUNICK. Leipzig.
- L., J., 1908: William Thomson, Baron Kelvin of Largs. 1824 - 1907. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, Vol. LXXXI, S. iii - lxxvi.
- LADENBURG, 1888: Reichenbach, Karl Freiherr von. Allgemeine Deutsche Biographie, 27, S. 670 / 671.
- LAILER, KEITH J., 1998: To Light such a Candle. Chapters in the History of Science and Technology. Oxford University Press.
- LAKATOS, IMRE, 1982: Die Methodologie der wissenschaftlichen Forschungsprogramme. Philosophische Schriften, Band 1. Braunschweig / Wiesbaden. - Englisch 1978.
- LAMARCK, JEAN BAPTISTE DE, 1809 / 1876: Zoologische Philosophie. Übersetzt von ARNOLD LANG. Jena 1876.
- LAMBERT, JOHANN HEINRICH, 1761: Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues. Augsburg.
- LANGENBECK, ULRICH, 1980: Angeborene Stoffwechselstörungen als Experiment der Natur. Medizin in unserer Zeit, 4. Jahrgang, Nr. 2, S. 47 - 50.
- LANGER, CARL, 1910: Ludwig Mond. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 43, S. 3665 - 3682.
- LARSON, ROGER L., 1995: Die Superplume-Episode in der mittleren Kreidzeit. Spektrum der Wissenschaft, Juli, S. 48 - 52.

- LAUE, MAX von, 1946: Zum Gedächtnis Wilhelm Conrad Röntgens. Die Naturwissenschaften, 33, 1, S. 3 - 7.
- LAUER, HANS H., 1972: Hirsch, August. Neue Deutsche Biographoe, Band 9, S. 212 / 213.
- LAUTERBORN, ROBERT, 1934: Der Rhein. Naturgeschichte eines deutschen Stromes. Fortsetzung. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 33. Band.
- LAVES, F., 1941: Eduard Zintls Arbeiten über die Chemie und Struktur von Legierungen. Die Naturwissenschaften, 29. Jahrgang, 25. April, Heft 17, S. 244 ff.
- LE COUTEUR, J., 1843: Ueber die Varietäten, Eigentümlichkeiten und Classification des Weizens. Übersetzt ins Deutsche von T. A. RÜDER. Leipzig.
- LEFÈVRE, WOLFGANG: Die Wissenschaft in der geschichtlichen Entwicklung der Menschen. Sonderdruck aus: Kindlers Enzyklopädie Der Mensch.
- LEHMANN, C. G., 1853: Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1. Band. 2. Auflage. Leipzig.
- LEHMANN, K. B., 1933: Frohe Lebensarbeit. München.
- LEHOUX, DARYN and JAY FOSTER, 2012: A Revolution of Its Own. Science, Volume 338, 16 November, S. 885/886.
- LEICESTER, HENRY M., 1976: Windaus, Adolf Otto Reinhold. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XIV. New York. S. 443 - 446.
- LENOIR, THIMOTHY, 1992: Politik im Tempel der Wissenschaft. Forschung und Machtausübung im deutschen Kaiserreich. - Aus dem Englischen übersetzt und mit einem Vorwort versehen von HORST BRÜHMANN. Frankfurt a. M. / New York.
- LEPSIUS, B., 1908: Unverdorben, Otto. Allgemeine Deutsche Biographie, 54, S. 735 / 736.
- LE ROY LADURIE, EMMANUEL, 1990: Die Bauern des Languedoc. München.
- LESKY, ERNA, 1959: Albrecht von Haller und Anton de Haen im Streit um die Lehre von der Sensibilität. Gesnerus, 16, 1 / 2, S. 16 - 46.
- LESKY, ERNA, 1980: Das Portrait: Franz Joseph Gall 1758 - 1828. Medizin in unserer Zeit, 4. Jahrgang, Nr. 2, S. 57 - 61.

- LEUCKART, RUD., 1851: Ueber Metamorphose, ungeschlechtliche Vermehrung, Generationswechsel. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 3. Band, S. 170 - 188.
- LEVI-MONTALCINI, RITA, 1964: Growth Control of Nerve Cells by a Protein Factor and its Antiserum. Science, Vol. 143, 10 January, S. 105 - 110.
- LEVI-MONTALCINI, RITA, 1986: The Nerve Growth Factor: Thirty Five Years Later. Nobel Lecture, December 8, Les Prix Nobel 1986, Stockholm, S. 279 - 299.
- LÉVY-BRUHL, LUCIEN, 1927: Die geistige Welt der Primitiven. München.
- LEWIS, D., 1983: Cyril Dean Darlington. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 29, S. 113 - 157.
- LIBAVIUS, ANDREAS, 1547: Alchemia (Die Alchemie). Frankfurt a. M.
- LIDFORSS, BENGT, 1909: Fredrik Wilhelm Christian Areschoug. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 27, S. (47) - (58).
- LIEBIG, JUSTUS, hier 1845: Chemische Briefe. Zweiter Abdruck. Heidelberg.
- LIEBIG, JUSTUS, 1863: Ueber Francis Bacon von Verulam und die Methode der Naturforschung. München.
- LIEBIG, JUSTUS, 1865 / 1874: Induction und Deduction. Rede, gehalten in der Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften in München am 28. März 1865. In: Reden und Abhandlungen. Leipzig und Heidelberg 1874. S. 296 - 309. Aus JUSTUS LIEBIGs und FRIEDRICH WÖHLERs Briefwechsel in den Jahren 1829 bis 1873. Weinheim 1958.
- LIEBIG, JUSTUS von, 1870: Ueber die Gährung und die Quelle der Muskelkraft. Annalen der Chemie und Pharmacie, CLIII. (153) Band, S.1 - 47, S. 137 - 228.
- LINDENMANN, JEAN, 1999: Emil Abderhaldens Abwehrenzime. Naturwissenschaftliche Rundschau, 52. Jahrgang, März, S. 92 - 94.
- LINDOP, NORMAN, 2004: Carrington, Richard Christopher. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 10, S. 288 - 291.
- LINNÉ, CARL 1739 und 1740: Versuch von Pflanzung der Gewächse, wie solche auf die Natur gegründet. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik ... 1. Band. S. 3 - 26.
- LINNÉ, CARL 1776: Von der bewohnten Erde. Eine Rede. - In: LINNÉ, CARL: Des Ritters Carl von Linné Auserlesene Abhandlungen aus der Naturgeschichte, Physik und Arzneywissenschaft. Leipzig 1776. S. 268 ff.

- LINNÉ, CARL, 1778: Von der Peloria. - In: LINNÉ, CARL, 1778: Auserlesene Anhandlungen aus der Naturgeschichte, Physik und Arzneywissenschaft. Band 3. Leipzig. S. 175 ff.
- LINSER, HANS, 1984: Vor hundert Jahren: Chromosomenindividualität. Biologisches Zentralblatt, 103. Band, S. 629 - 635.
- LOEB, JACQUES, 1909: Die chemische Entwicklungserregung des thierischen Eies (künstliche Parthenogenese). Berlin.
- LOCKEMANN, GEORG, 1949: Robert Wilhelm Bunsen. Lebensbild eines deutschen Naturforschers. - Grosse Naturforscher, Band 6. Stuttgart.
- LOCKEMANN, GEORG, 19: Bunsen, Robert. Neue Deutsche Biographie, Band, Berlin. S. 18 - 20.
- LOCKYER, J. NORMAN, 1896: The Story of Helium. Chapter II. Nature, No. 1372, Vol. 53, February 13, S. 342 - 346.
- LOCKYER, Sir NORMAN, 1900: Inorganic Evolution as studied by Spectrum Analysis. London.
- LOHMAR, ULRICH, 1973: Wissenschaftspolitik und Demokratisierung. Düsseldorf.
- LONGRIGG, JAMES, 1975: Praxagoras of Cos. Dictionary of Scientific Biography, Vol. XI, New York. S. 127 / 128.
- LORENZ, KONRAD, 1937: Über die Bildung des Instinkt Begriffes. Die Naturwissenschaften, 25, 19, S. 289 - 300.
- LORENZ, KONRAD, 1940: Durch Domestikation verursachte Störungen endogenen Verhaltens. Zeitschrift für angewandte Psychologie und Charakterkunde, 59 (Juni), 1 - 2, S. 2 - 81.
- LORENZ, KONRAD, 1941, wieder 1977: Kants Lehre vom Apriorischen im Lichte gegenwärtiger Biologie. Blätter für Deutsche Philosophie, Band 15, S. 94 - 125. - Neu gedruckt in: LORENZ, KONRAD, 1977: Gespräche mit Richard J. Evans, S. 162 - 191. Frankfurt a. M.
- LORENZ, KONRAD, 1942: Induktive und teleologische Psychologie. Die Naturwissenschaften, 30, 9 / 10, S. 133 - 143.
- LORENZ, KONRAD, 1953: Die Entwicklung der vergleichenden Verhaltensforschung in den letzten 12 Jahren. Zoologischer Anzeiger, 17. Supplementband, S. 36 - 58.
- LORENZ, KONRAD, 1957: Nachruf auf Oskar Heinroth. Der Zoologische Garten, Neue Folge, 23.
- LORENZ, KONRAD, 1959 / 1968: Gestaltwahrnehmung als Quelle wissenschaftlicher Erkenntnis. Karl Bühler zum 80. Geburtstag gewidmet.



- Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, 4. - In: LORENZ, KONRAD, 1968: Vom Weltbild des Verhaltensforschers. München 1978. S. 97 - 147.
- LORENZ, KONRAD, 1962: Erich von Holst †. Die Naturwissenschaften, 49, 17, S. 385 / 386.
- LORENZ, KONRAD, 1967: Die instinktiven Grundlagen der menschlichen Kultur. Öffentlicher Vortrag auf der 104. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 27. September 1966 in Wien. Die Naturwissenschaften, 34, 15 / 16, S. 377 - 388.
- LORENZ, KONRAD, 1973: Die Rückseite des Spiegels. München, Zürich.
- LOUIS, HERBERT, 1958: Albrecht Penck und sein Einfluß auf die Eiszeitforschung. Die Erde, 89, 3 / 4, S. 161 - 182.
- LOEWI, OTTO, 1968: An Autobiographical Sketch. - In: LEMBECK, FRED und WOLFGANG GIENE, 1968: Otto Loewi. Ein Lebensbild in Dokumenten. Biographische Dokumentation und Bibliographie. Berlin, Heidelberg, New York.
- LOEWINSON - LESSING, F., 1903: † Johannes Lemberg. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, S. 241 - 247.
- LUBARSCH, OTTO, 1920: Einleitung (als Herausgeber) zu: SEMON, R.: Bewußtseinsvorgang und Gehirnprozess. Wiesbaden.
- LUBARSCH, O., 1931: Ein bewegtes Gelehrtenleben. Berlin.
- LÜBBE, HERMANN, 1981: Die Einheit von Naturgeschichte und Kulturgeschichte. Bemerkungen zum Geschichtsbegriff. Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, Abhandlungen der Geistes- und Sozialwissenschaftlichen Klasse, Nr. 10, S. 1 - 19.
- LUBOSCH, WILHELM, 1918: Der Akademiestreit zwischen Geoffroy Saint-Hilaire und Cuvier im Jahre 1830 und seine leitenden Gedanken. Biologisches Zentralblatt, 38, 9, S. 357 - 384.
- LUDWIG, KARL-HEINZ, 1978: Invention, Innovation und Privilegierung in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Das Beispiel der mechanischen Erzaufbereitung. Technikgeschichte, Band 45, Nr. 2, S. 157.
- LYNEN, F., 1963: Otto Warburg zum achtzigsten Geburtstag. Die Naturwissenschaften, 50, 20, S. 630 / 631.
- McDONALD, E., 1970: Bayen, Pierre. Dictionary of Scientific Biography, Volume I, S. 529/530, New York.
- MACH, ERNST, 1866 / 1903: Über die Geschwindigkeit des Lichtes. Vortrag gehalten in Graz 1866. - In: MACH, ERNST, 1903: Populär-

- wissenschaftliche Vorlesungen. Dritte vermehrte und durchgesehene Auflage. Leipzig. S. 59 - 77.
- MACH, ERNST, 1882 / 1903: Die ökonomische Natur der physikalischen Forschung. Vortrag in der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien am 25. Mai 1882. - In: MACH, ERNST, 1903: Populärwissenschaftliche Vorlesungen... S. 215 - 242.
- MACH, ERNST, 1883 / 1903: Über Umbildung und Anpassung im naturwissenschaftlichen Denken. Rede gehalten bei Antritt des Rektorates der deutschen Universität Prag am 18. Oktober 1883. - In: MACH, ERNST, 1903: Populärwissenschaftliche Vorlesungen...S. 243 - 262.
- MACH, ERNST: Über Umbildung und Anpassung im naturwissenschaftlichen Denken. In: MACH, ERNST, 1903: Populärwissenschaftliche Vorlesungen. Leipzig.
- MACH, ERNST, 1894: Über das Prinzip der Vergleichung in der Physik. Vortrag gehalten auf der Naturforscherversammlung zu Wien 1894. - In: MACH, ERNST, 1903: Populärwissenschaftliche Vorlesungen... S. 263 - 286.
- MACH, ERNST, 1895: Über den Einfluss zufälliger Umstände auf die Entwicklung von Erfindungen und Entdeckungen. Rede bei der Übernahme der Professur für Philosophie der Universität Wien am 21. Oktober 1895. - In: MACH, ERNST, 1903: Populärwissenschaftliche Vorlesungen...S. 287 - 308.
- MACH, ERNST, 1903 a: Über den relativen Bildungswert der philologischen und der mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer der höheren Schulen. In: Populärwissenschaftliche Vorträge... Leipzig. S. 309 - 350.
- MACH, ERNST, 1903 b: Über Erscheinungen an fliegenden Projektilen. - In: Populärwissenschaftliche Vorlesungen. Leipzig. S. 351 - 377.
- MACH, ERNST, 1910: Die Leitgedanken meiner naturwissenschaftlichen Erkenntnislehre und ihre Aufnahme durch die Zeitgenossen. Aus "Scientia", VII (1910). Physikalische Zeitschrift, 11, 13, S. 599 - 606.
- MACHO, THOMAS, 2001: Der Kultus der Geniereligion. Hundert Jahre Nobelpreis. Neue Zürcher Zeitung, 1./2. Dezember, Nr. 280, S. 51.
- MAGENDIE, FRANÇOIS, 1820: Grundriss der Physiologie. 1. Theil. Eisenach.
- MAGENDIE, FRANÇOIS, 1839: Vorlesungen über das Blut. Aus dem Französischen von Dr. GUSTAV KRUPP. Leipzig.
- MAHLER-WERFEL, ALMA, 1963 (1997). Mein Leben. Frankfurt a. M.

- MAIER, , C. L., 1970: Angström, Anders Jonas. Dictionary of Scientific Biography. Volume I, S. 166/167.
- MANI, NIKOLAUS, 1973: Langerhans, Paul. Dictionary of Scientific Biography, Volume VIII, New York, S. 8 / 9.
- MANN, RALPH, 2004: Stone, Edward. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 52, S. 890 – 891.
- MANNHEIM, KARL, 1924: Historismus. Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 52, S. 1 - 60.
- MANNHEIM, KARL, 1925: Das Problem einer Soziologie des Wissens. Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 53, S. 577 - 652.
- MANNHEIM, KARL, 1929 a: Die Konkurrenz. - In: Verhandlungen des 6. Deutschen Soziologentages vom 17. - 19. 9. 1928 in Zürich. S. 38 - 83. Dazu Diskussionsbeiträge etwa von ALFRED WEBER, SOMBART, MEUSEL u. a. Tübingen.
- MANNHEIM, KARL, 1929 b: Ideologie und Utopie. Bonn.
- MANNHEIM, KARL, 1951: Diagnose unserer Zeit. Gedanken eines Soziologen. Zürich, Wien, Konstanz.
- MANSFIELD, CHARLES BLACHFORD, 1849: Untersuchung des Steinkohlenteers. Annalen der Chemie und Pharmazie, Band LXIX, S. 162 - 180.
- MARCHAND, FELIX, 1882: Über den Wechsel der Anschauungen in der Pathologie. Akademische Antrittsrede, gehalten am 12. November 1881. Stuttgart.
- MARQUARD, HANS, 1974: Friedrich Oehlkers 1890 - 1971. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 87, S. 185 - 192.
- MAURER, KONRAD und ULRIKE, 1999<sup>2</sup> (1998): Alzheimer. Das Leben eines Arztes und die Karriere einer Krankheit. München, Zürich.
- MAYER, HANS,
- MAYERHÖFER, JOSEF, 1972: Hess, Victor Franz. Dictionary of Scientific Biography, Vol. VI. New York. S. 354 - 356.
- MAYNARD, LEONARD A., 1958: James Batcheller Sumner. Biographical Memoirs, National Academy of Sciences USA, Volume XXXI, 376 - 396.
- MAYR, ERNST, 1984: Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt. Vielfalt, Evolution und Vererbung. Übersetzt von K. DE SOUSA-FERREIRA. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. - Original: The Growth of Biological Thought. Harvard University Press.

- MC EVOY, JOHN G., 1984: Joseph Priestley, Scientist, Philosopher and Divine. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 128, No. 3, S. 193 - 199.
- MCFARLAND, MARVIN W., 1976: Wright, Wilbur and Wright, Orville. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, S. 520 / 521, New York.
- MCRAE, ROBERT J., 1975: Ritter, Johann Wilhelm. Dictionary of Scientific Biography, Volume XI, S. 473 - 475, New York,
- MEADOWS, JACK, 1984: The Origins of Astrophysics. American Scientist, Volume 72, May - June, S. 269 - 274.
- MEDAWAR, PETER BRIAND, 1972: Die Kunst des Lösbaren. Reflexionen eines Biologen. Deutsch von EBERHARD BUBSER. Göttingen.
- MENDEL, GREGOR, 1865 / 1866:
- MERING, J. von; O. MINKOWSKI, 1890: Diabetes mellitus nach Pankreasextirpation. Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 26, 5 / 6, S. 371 - 387.
- MERRILL, ELMER D., 1954: Merritt Lyndon Fernald. National Academy of Sciences of the United States of America , Biographical Memoirs, Vol. XXVIII, S. 44 - 98.
- MERTON, ROBERT K., 1988: The Matthew Effect in Science, II. Isis, 79, S. 606 - 623.
- METSCHNIKOFF, ELIAS, 1883: Untersuchungen über die intrazelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest, herausgegeben von Dr. C. CLAUS, Tom V, II. Heft. Wien. S. 1 - 28.
- METSCHNIKOFF, ELIAS, 1884: Ueber eine Spongienkrankheit der Daphnien: Beitrag zur Lehre über den Kampf der Phagocyten gegen Krankheitserreger. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Physiologie, XCVI (N. F. VI), 2, S. 177 - 195.
- METSCHNIKOFF, ELIAS, 1887: Ueber den Kampf der Zellen gegen Erysipelkokken. Ein Beitrag zur Phagocytenlehre. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin, herausgegeben von VIRCHOW, 107, 2, S. 209 - 249.
- METTENIUS, C., 1882: Alexander Braun's Leben...Berlin.
- MEYEN, F. J. F., 1837: Neues System der Pflanzen-Physiologie. 1. Band. Berlin.
- MEYER, ADOLF, 1934: Die Axiome der Biologie. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, 1, 4 und 5, S. 474 - 551.

- MEYER, E, VON, 1884: Zur Erinnerung von Hermann Kolbe. *Journal für Praktische Chemie, Neue Folge*, Band 30, S. 417 - 466.
- MEYER-ABICH, ADOLF, 1963: *Geistesgeschichtliche Grundlagen der Biologie*. Stuttgart.
- MEYER, RICHARD, 1909: Victor Meyer 1848 - 1897. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 41, Nr. 19 A, S. 4505 - 4718.
- MEYER, VICTOR, 1890: Ergebnisse und Ziele der stereochemischen Forschung. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, Jahrgang 23, S. 567 - 619.
- MEYER, VICTOR, 1892: Chemische Probleme der Gegenwart. Vortrag, gehalten auf der 1. allgemeinen Sitzung der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte am 18. September 1889 in Heidelberg. - In: MEYER, VICTOR, 1892: *Aus Natur und Wissenschaft. Wanderblätter und Skizzen*. Heidelberg. S. 170 - 206.
- MEYER, VICTOR, 1909: *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 41, Nr. 19 a.
- MEZ, C., 1908: Reden bei der Beerdigung von Fritz Noll. I. Gedenkrede, gesprochen am Sarg im Botanischen Institut zu Halle am 23. Juni 1908. *Leopoldina*, Heft XLIV/44, S. 101 - 103.
- MIESCHER, FRIEDRICH, 1873: Die Spermatozoen einiger Wirbelthiere. Ein Beitrag zur Histochemie. Nach Vortrag, gehalten im April 1872, März und November 1873. *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, 6, S. 138 - 208.
- MIESCHER, FRIEDRICH, 1897: Die histochemischen und physiologischen Arbeiten von Friedrich Miescher. Gesammelt und herausgegeben von seinen Freunden. 1. Band. Z. B. S. 359 - 414.
- MIKULINSKIJ, SEMEN ROMANOVIC; LJUDMILA ARTEMEVNA MARKOVA, BORIS ANATOLEVIV STAROSTIN, 1980: Alphonse de Candolle (1806 - 1893). *Biographien bedeutender Biologen*, Band 3. Jena.
- MILLER, STANLEY L. and HAROLD C. UREY, 1959: Organic Compound Synthesis on the Primitive Earth. *Science*, Vol. 130, 31 July, S. 245 - 251.
- MILT, B., 1956: Empirie und das statistisch fundierte biologisch-medizinische Denken in der Geschichte. *Gesnerus*, 13, 1 / 2.
- MINKOWSKI, O., 1911: Die neueren Anschauungen über den Diabetes mellitus. *Medizinische Klinik*, VII, 27, S. 1031 - 1036.
- MINNAERT, M., 1974: Pannekoek, Antonie. *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. X, New York. S. 289 - 291.

- MITTASCH, A., 1926: Bemerkungen zur Katalyse. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, LIX, S. 13 - 36.
- MITTASCH, ALWIN, 1936: Über Katalyse und Katalysatoren in Chemie und Biologie. Vortrag, gehalten bei der 94. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Dresden, 23. September 1936. Die Naturwissenschaften, Heft 49, 4. 12., S. 770 - 777.
- MITTASCH, A., 1937: Über Fiktionen in der Chemie. Angewandte Chemie, 50. Jahrgang, Nr. 24, 12. Juni, S. 423 - 433.
- MITTELSTAEDT, PETER, 1971: Naturwissenschaft und Gesellschaft. Rektoratsrede Universität Köln. Krefeld.
- MITTMANN, ROBERT, 1893: Material zu einer Biographie Christian Konrad Sprengel's. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, VIII, Nr. 13 (26. März), S. 124 - 128.
- MOBERG, CAROL L. und ZANVIL A. COHN, 1991: Pionier der Ökologie: René Jules Dubos. Spektrum der Wissenschaft, 7, Juli, S. 110 - 117.
- MÖBIUS, P. J., 1905: Franz Joseph Gall. Leipzig.
- MOHR, HANS, 1982: Erkenntnis und Problemlösung. Festvortrag anlässlich der Übergabe des Neubaus des Instituts für Allgemeine Botanik der Universität Hamburg am 19. Mai 1982. Mitteilungen des Instituts für Allgemeine Botanik in Hamburg, Band 18, S. 143 - 154.
- MOHR, HANS, 1983: Lässt sich Wissenschaft evolutionistisch begründen. Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie. Akten des 7. Internationalen Wittgenstein Symposiums. 22. bis 29. August 1982, Kirchberg / Wechsel (Österreich). Wien. S. 151 - 160.
- MOLESCHOTT, JACOB, 1855: Kreislauf des Lebens. Mainz.
- MOLESCHOTT, JACOB, 1894: Für meine Freunde. Lebens-Erinnerungen. Gießen.
- MÖBIUS, KARL, 1877: Die Auster und die Austernwirtschaft. Berlin.
- MORGAGNI, JOHANN BAPTISTA, 1771: Von dem Sitze und den Ursachen der Krankheiten, welche durch die Anatomie sind erforscht worden. 1. Buch: Von den Krankheiten des Kopfs. Aus dem Lateinischen D. GEORG HEINRICH KÖNIGSDÖRFER. Altenburg.
- MÖRIKHOFER, WALTER, 19: Dorno, Carl. NDB, Band IV, S. 80 / 81.
- MÖRNER, K. A. H., 1909: Würdigung bei der Verleihung des Nobelpreises für Physiologie und Medizin an ELIE METCHNIKOFF und PAUL EHRLICH. Les Prix Nobel en 1908. Stockholm. S. 26 - 30.

- MORO, ANTON LAZZARO, 1751: Neue Untersuchung der Veränderungen des Erdbodens, Nach Anleitung der Spuren von Meerthieren und Meergewächsen, die auf Bergen, und in trockener Erde gefunden werden, ... Leipzig.
- MÖRIKOFER, WALTER, 19: Dorno, Carl. Neue Deutsche Biographie, 4, S. 80 / 81.
- MOTT, Sir NEVILL, 1982: Walter Heinrich Heitler. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 28, S. 141 - 150.
- MÜLLER. HEINER, 1929: Die Seuchenbakteriologen vor Robert Koch: Pollender 1849, Brauell 1856, Delafond 1856, Davaine 1863. (Ein 50-Jahr-Gedenken des Milzbrandforschers Pollender). Zentralblatt für Bakteriologie etc. I. Abt. Originales. Bd. 115, Heft 12, S. 1 - 17.
- NACHMANSOHN, DAVID, 1972: Biochemistry as Part of my Life. Annual Review of Biochemistry, 41, S. 1 -28.
- NÄGELI, CARL WILHELM, 1844: Ueber die gegenwärtige Aufgabe der Naturgeschichte, insbesondere der Botanik. Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik, 1. Band, 1. Heft, S. 1 - 185.
- NÄGELI, CARL WILHELM, 1884:
- NANSEN, FRIDTJOF, 1903: Eskimoleben. Leipzig und Berlin.
- NAUNYN, B., 1900 / 1901: Die Entwicklung der inneren Medicin mit Hygiene und Bakteriologie im 19. Jahrhundert. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 72. Versammlung zu Aachen, 16. - 22. September 1900. S. 59 - 70. Leipzig 1901.
- NAUNYN, B., 1925: Erinnerungen... München.
- NEEF, ERNST, 1960: Albrecht Penck und die Eiszeitforschung in Norddeutschland. Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Deutschen Instituts für Länderkunde, Neue Folge 17 / 18, S. 5 - 15.
- NERNST, WALTHER, 1921: Zum Gültigkeitsbereich der Naturgesetze. Rede zum Antritt des Rektorates der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin gehalten in der Aula am 15. Oktober 1921. Berlin.
- NERNST, WALTHER, 1922: Ueber das Auftreten neuer Sterne. Rede zur Gedächtnisfeier des Stifters der Berliner Universität König Friedrich Wilhelms III in der Aula am 3. August 1922. Berlin.
- NEUBAUER, 1874: Liebig's Beziehungen zur Thierchemie. Journal für praktische Chemie, Neue Folge, Band 8, S. 476- 493.

- NEUBERG, CARL, 1913: Der Zuckerumsatz der Zelle. In: Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere, herausgegeben von C. OPPENHEIMER. Ergänzungsband. Jena. S. 569 - 609.
- NEUMEISTER, R., 1907: Betrachtungen über das Wesen der Lebenserscheinungen. Jena.
- NISBET, ROBERT, 1975: Turgot and the Contexts of Progress. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 119, No. 3, June, S. 214 - 222.
- NÖLKE, FRIEDRICH, 1941: Zum Problem der Eiszeiten. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 93, S. 142 - 147.
- NOLTE, ERNST, 1963, 1995<sup>9</sup>: Der Faschismus in seiner Epoche. München, Zürich.
- NOELTING, E., 1916: Witt, Otto Nikolaus. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 49, II, S. 1751 - 1832.
- NORD, F. F., 1961: Carl Neuberg. Chemische Berichte, 94, 7, S. I - VI.
- OATES, JOHN A., 1982: The 1982 Nobel Prize in Physiology or Medicine. Science, Volume 218, 19 November, S. 765 - 768.
- OHLE, W., 1961: August Thienemann, 1882 - 1960. Sein Werk und Vermächtnis. Archiv für Hydrobiologie, Band 57, S. 1 - 12.
- OKEN, LORENZ, 1805: Die Zeugung. Bamberg und Wirzburg.
- OLBY, ROBERT, 1973: Koelreuter, Joseph Gottlieb. Dictionary of Scientific Biography, Volume VII, New York, S. 440 - 442.
- OLBY, ROBERT, 1976: Staudinger, Hermann. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, New York, S. 1 - 4.
- OESER, ERHARD, 1979: Wissenschaftstheorie als Rekonstruktion der Wissenschaftsgeschichte. Wien, München.
- OSTRIKER, JEREMIAH P. und PAUL J. STEINHARDT, 2001: Die Quintessenz des Universums. Spektrum der Wissenschaft, März, S. 32 - 39.
- OSTWALD, WILHELM, 1908: Der Werdegang einer Wissenschaft. Sieben gemeinverständliche Vorträge aus der Geschichte der Chemie. Leipzig.
- OSTWALD, WILHELM, 1911: Rede auf der 'Gedenkfeier für JACOBUS HENRICUS VAN'T HOFF' veranstaltet von der Deutschen Chemischen Gesellschaft am Sonntag, den 14. Mai 1911. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 44, Band II, S. 2217 - 2252.
- OSTWALD, WILHELM, 1926, 1927: Lebenslinien. I (1926), II (1927), III (1927). Berlin.
- OVERBECK, FRITZ, 1968: Botanik. – In: Geschichte der Christian-Albrechts-Universität Kiel 1665 – 1965, Band 6: Geschichte der



- Mathematik, der Naturwissenschaften und der Landwirtschaftswissenschaften, herausgegeben von KARL JORDAN, S. 127 – 160.
- OVERBECK, FRITZ, 1968: Botanik. – In: Geschichte der Christian-Albrechts-Universität Kiel 1665 – 1965, Band 6: Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Landwirtschaftswissenschaften, herausgegeben von KARL JORDAN, S. 127 – 160.
- PAGEL, W., 1967: William Harvey's Biological Ideas. Selected Aspects and Historical Background. Basel, New York.
- PAGEL, W., 1976: New Light on William Harvey. Basel, München, Paris, London, New York, Sydney.
- PALLAS, P. S., 1771: Reise durch verschiedene Provinzen des Rußischen Reiches. Erster Theil. St. Petersburg.
- PANETH, FRITZ, 1916: Über den Element- und Atombegiff in Chemie und Radiologie. Zeitschrift für Physikalische Chemie, XCI. (91.) Band, S. 171 -198.
- PANNEKOEK, ANTONIE, 1914: Marxismus und Darwinismus. Leipzig.
- PÁSZTHORY, EMMERICH, 1995: Salpetergewinnung und Salpeterwirtschaft vom Mittelalter bis in die Neuzeit. Chemie in unserer Zeit, 29. Jahrgang, Nr. 1, S. 8 - 20.
- PAULINYI, AKOS, 1983: Die Erfindung des Heißwindblasens in Schottland und seine Einführung in Mitteleuropa. Teil 1: Technikgeschichte, Band 50, Nr. 1, S. 1 - 32. - Teil 2: Technikgeschichte, Band 50, Nr. 2, S. 129 - 145.
- PEEBLES, P. JAMES, 2001: Kosmologie - ein Zustandsbericht. Spektrum der Wissenschaft, März, S, 40 / 41.
- PENCK, ALBRECHT, 1879: Die Geschiebformation Norddeutschlands. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, XXXI. (31) Band, S. 117 ff.
- PENZLIN, HEINZ, 1986: Die Erscheinung des Lebendigen in unserer Welt. Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Band 119, Heft 2.
- PERKIN, WILIAM HENRY, 1906: Zur Geschichte des ersten Anilinfarbstoffs. Zeitschrift für angewandte Chemie, XIX. Jahrgang, Heft 29, 21. Juli, S. 1282 - 1284.

- PERLETH, MATTHIAS, 1997: The Discovery of Chagas' disease and the formation of the early Chagas' disease concept. *History and Philosophy of Life Sciences*, 19, S. 211 - 236.
- PERNOW, BENGT, 1982: Würdigung der Verleihung des Nobelpreises für Physiologie und Medizin 1982 an SUNE K. BERGSTRÖM, BENGT I. SAMUESSON und JOHN R. VANE. In: *Les Prix Nobel 1982*, Stockholm.
- PERUTZ, MAX, 1970: An appreciation by Max Perutz, FRS. *Chemistry in Britain*, Volume 6, Number 4, April, S. 152/153.
- PFANNENSTIEL, MAX, 1970: Die Entstehung tektonischer Grundbegriffe. Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie. *Geologische Rundschau*, Band 59 I, S. 1 - 36.
- PFANNENSTIEL, MAX, 1972 / 1973: Der fossile Mensch in der Geschichte der Geologie. *Quartär - Jahrbuch für Erforschung des Eiszeitalters und der Steinzeit* Band 23. S. 1 - 19.
- PFEFFER, WILHELM, 1897 a: Pflanzenphysiologie. Ein Handbuch der Lehre vom Stoffwechsel und Kraftwechsel in der Pflanze. 2. völlig umgearbeitete Auflage. 1. Band: Stoffwechsel. Leipzig. - 2. Band, 1904: Kraftwechsel. Leipzig.
- PFEFFER, WILHELM, 1897 b: Einleitende Betrachtungen zu einer Physiologie des Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze. (Dekanats-Programm). *Naturwissenschaftliche Rundschau*, XII, 14, S. 169 - 173.
- PFETSCH, FRANK R., 1978: Innovationsforschung in historischer Perspektive. *Technikgeschichte*, Band 45, Nr. 2, S. 118 - 133.
- PFLÜGER, EDUARD, 1853: Die sensorischen Functionen des Rückenmarks der Wirbelthiere nebst einer neuen Lehre über die Leistungsgesetze der Reflexionen. Berlin.
- PFLÜGER, EDUARD, 1889: Die allgemeinen Lebenserscheinungen. Rede zum Antritt des Rektorates der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität am 18. October 1889. Bonn.
- PHILLIPS, DAVID C., 1966: The Three-dimensional Structure of an Enzyme Molecule. *Scientific American*, Volume 215, No. 5, November, S. 78 - 90.
- PIAGET, JEAN, 1976: Autobiographie. - In: *Jean Piaget - Werk und Wirkung*. München.
- PIETSCH, E., unter Mitarbeit von E. BEYER, 1939: Leopold Gmelin - der Mensch, sein Werk und seine Zeit. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 72. Jahrgang, A, S. 4 - 33.

- PIRIE, N. W., 1990: Jean Brachet. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, Volume 36, S. 85 - 99.
- PIROGOW, N. I., 1894: Lebensfragen. Stuttgart.
- PLANCK, MAX, 1949: Vorträge und Erinnerungen. Stuttgart. - Darin: Vom Relativen zum Absoluten. Gastvorlesung an der Universität München, 1. Dezember 1924.
- PLEIJEL, H., 1937: Würdigung der Nobelpreisträger für Physik 1936 V. HESS und C. D. ANDERSSON. Les Prix Nobel en 1936. Stockholm. S. 20 - 25.
- PLESSNER, HELMUTH, 1928: Die Stufen des Organischen und der Mensch. Einleitung in die philosophische Anthropologie. Berlin und Leipzig.
- POHL, W. GERHARD, 1996: Josef Loschmidt 1821 - 1895. Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie, 7, Nr. 36, S. 46 (300) - 48 (302).
- POHRT, WOLFGANG, 19: Skizze zur Entwicklung des Verhältnisses von Wissenschaft und Gesellschaft. In: POHRT, H. (Herausgeber): Wissenschaftspolitik - von wem, für wen, wie? Prioritäten in der Forschungsplanung. München. S. 45 - 76.
- POINCARÉ, HENRI, 1921 (3. Auflage): Der Wert der Wissenschaft. Mit Genehmigung des Verfassers ins Deutsche übertragen von E. WEBER. Mit Anmerkungen und Zusätzen von H. WEBER. Leipzig, Berlin.
- POPPER, KARL R., KONRAD LORENZ, 1993 (1993<sup>5</sup>): Die Zukunft ist offen. Das Altenberger Gespräch. München, Zürich.
- PORTMANN, ADOLF, 1965: Neue Wege der Biologie. München.
- PORTMANN, ADOLF, 1967: Alles fließt. Freiburg, Basel.
- POSER, HANS, 1989: Vom Denken in Analogien. Abendvortrag aus Anlaß des XXVI. Symposiums der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte, "Analogie in den Wissenschaften", 12. - 14. Mai 1988 in Stuttgart. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte, 12, S. 145 - 157.
- PRIBRAM, RICHARD, 1911: Hans Heinrich Landolt. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIV, S. 3336 - 3394.
- PRIESNER, CLAUS, 1987: Hermann Staudinger und die makromolekulare Chemie in Freiburg. Dokumente zur Hochschulpolitik 1925 - 1955. Chemie in unserer Zeit, 21. Jahrgang, Nr. 5, S. 151 - 160.
- PRIESNER, CLAUS, 1995: Der Stein des Lichtes - Elementargeschichte des Phosphors. Spektrum der Wissenschaft, 3, S. 78 - 89.
- PRIESNER, CLAUS, 1997: Mond, Ludwig. Neue Deutsche Biographie, 18, S. 30 / 31.

- PRIESTLEY, JOSEPH, 1775: Experiments and Observations on different Kinds of Air. Second Edition. Vol. I. London.
- PROCHASKA, GEORG, 1797: Lehrsätze aus der Physiologie des Menschen. Wien.
- QUIRING, HEINRICH, 1961: Die Bedeutung der Meteore für das Werden der Weltkörper. Forschungen und Fortschritte, 35. Jahrgang, Heft 9, September, S. 260 - 262.
- RABL, CARL, 1885: Über Zelltheilung. Morphologisches Jahrbuch, 10, 2, S. 214 - 330.
- RAMON Y CAJAL, SANTIAGO, 1938 (2. Auflage): Regeln und Ratschläge zur wissenschaftlichen Forschung. München.
- RAMSAY, Sir W., 1909: Vergangenes und Künftiges aus der Chemie. Biographische und chemische Essays. Deutsche, um eine autobiographische Skizze vermehrte Ausgabe übersetzt und bearbeitet von WILHELM OSTWALD. Leipzig.
- RAMSER, HANS, 1989: Hermann Helmholtz. - In: Die Grossen, VIII, S. 344 - 367. Zürich.
- RATHKE, HEINRICH, 1832: Anatomisch - philosophische Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein. Riga und Dorpat.
- RAWSON, DON C., 1978: Mendeleev and the Scientific Claims of Soiritualism. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 122, No. 1, February, S. 1 - 8.
- RAYLEIGH, 1892: Letters to the Editor: Density of Nitrogen. Nature, 46: S. 512 / 513.
- RAYLEIGH, Lord, 1938: Vision in Nature and Vision aided by science: Science and Warfare. Address of the President of the British Association for the Advancement of Science, Cambridge, August 1938. Science, Vol. 88, No. 2278, Friday, August 26, S. 175 - 181; No. 2279, September 2, S. 204 - 208.
- RAYNOR, G. V., 1969: William Hume-Rothery. Chemistry in Britain, Volume 5, Number 2, March, S. 118.
- REICH, F. und TH. RICHTER, 1863: Vorläufige Notiz über ein neues Metall. Journal für praktische Chemie, 89. Band, S. 441 / 442.
- REIN, J. J., 1905: Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der königlich preussischen Regierung. 1. Band. Leipzig.
- REINGANUM, MAX, 18: Clausius, Rudolf. Allgemeine Deutsche Biographie, Band LV, S. 720 - 729.

- REINKE, J., 1873: Zur Kenntnis des Rhizoms von *Corallorhiza* und *Epipogon*. *Flora*, 56. Jahrgang, No. 10, 1. April, S. 145 - 184, 209 - 224.
- REINKE, JOHANNES, 1900: Die Entwicklung der Naturwissenschaften insbesondere der Biologie im neunzehnten Jahrhundert. Rede zur Feier des Jahrhundertwechsels gehalten am 13. Januar 1900 in der Aula der Universität zu Kiel. Kiel.
- REINKE, JOHANNES, 1925: *Mein Tagewerk*. Freiburg i. Br.
- RESTALLACK; GREGORY J., 2013: Ediacaran life on land. *Nature*, Volume 493, 3 January, S. 85 ff. - Einwände von SHUHAI XIAO und von L. PAUL KNAUTH, *Nature*, Volume 493, 3 January, S. 28/29.
- RICHTER, FRIEDRICH, 1935: Adolf von Baeyer, zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, A*, Nr. 12/13, S. 175 - 180.
- RIDDLE, JOHN M., 1971: Dioscorides... *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. IV, New York. S. 119 - 123.
- RIEPEL, OLOVIER, 1983: *Kladismus oder die Legende vom Stammbaum*. Basel, Boston, Stuttgart.
- ROBBINS, WILLIAM J., 1962: Bernard Ogilvie Dodge. *Biographical Memoirs, National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume XXXVI, S. 85 - 124,
- ROBINSON, ROBERT, 1955: Science and the Scientist. *British Association Meeting at Bristol. Supplement to Nature*, Vol. 176, No. 4479, September 3, S. 433 - 439.
- ROCHLEDER, FRIEDRICH, 1854: *Phytochemie*. Leipzig.
- ROGERS, NAOMI, 1989: Dirt, Flies, and Immigrants: Explaining the Epidemiology of Poliomyelitis, 1900 - 1916. *The Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, Volume 44, S. 486 - 505.
- ROELCKE, VOLKER, 1998: Zur Bedeutung der Kulturwissenschaften für die Medizin. *Universitas*, 53. Jahrgang, Nr. 627, September, S. 881 - 893.
- ROLL-HANSEN, NILS, 1972: Louis Pasteur - A case against reductionist historiography. *British Journal of Philosophy of Science*, 23, S. 347 - 361.
- ROLL-HANSEN, NILS, 1998: Pasteur: an Underestimated Hero of Science. *Centaurus*, Vol. 40, S. 81 - 93.
- ROMER, ALFRED, 19: Becquerel, Henri. *Dictionary of Scientific Biography*, Vol., New York. S. 558 - 561.
- ROEMER, F., 1862: Ueber die Diluvial - Geschiebe von nordischen Sedimentär - Gesteinen in der norddeutschen Ebene und im Besonderen über die

- verschiedenen durch dieselben Stockwerke oder geognostischen Niveaus der palaeozoischen Formation. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, XIV. Band, S. 575 - 637.
- RONAN, COLIN A., 1988: William Herschel. Endeavour, New Series, Volume 12, No. 4, S. 189 - 192.
- ROSE, G., 1868: Ueber die Entdeckung der Isomorphie. Eine Ergänzung der Gedächtnissrede auf E. MITSCHERLICH. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, XX, S. 621 - 630.
- ROSENBERG, CHARLES, 19: Goldberger, Joseph. Dictionary of Scientific Biography, Volume, New York, S. 451 - 453.
- ROSSEL, SAMUEL, 1987: Das Polarisationssehen der Biene. Naturwissenschaften, 74, S. 53 - 62.
- ROTHSCHUH, K. E., 1962: Idee und Methode in ihrer Bedeutung für die geschichtliche Entwicklung der Physiologie. Sudhoffs Archiv, 46, 2, S. 97 - 119.
- ROTHSCHUH, K. E., 1963: Theorie des Organismus. München, Berlin.
- ROUX, WILHELM, 1885: Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo. Zeitschrift für Biologie, Neue Folge 3. Band, ganze Folge 21. Band. München und Leipzig. S. 411 - 524.
- ROUX, WILHELM, 1897: Für unser Programm und seine Verwirklichung. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 5, 1, S. 1 - 80.
- ROUX, WILHELM, 1900: Professor Dr. Gustav Born †. Archiv für Entwicklungsmechanik (ROUX), 10, 1, S. 256 - 259.
- ROUX, WILHELM, 1905: Die Entwicklungsmechanik ein neuer Zweig der biologischen Wissenschaft. Eine Ergänzung zu den Lehrbüchern der Entwicklungsgeschichte und Physiologie der Tiere. Nach einem Vortrag. Gehalten in der ersten allgemeinen Sitzung der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Breslau am 19. September 1904. Leipzig.
- RUBNER, MAX, 1910: Unsere Ziele für die Zukunft. Rede zum Antritt des Rektorates der Königlichen Friedrich - Wilhelms - Universität in Berlin gehalten in der Aula am 15. Oktober 1910. Berlin.
- RÜMKER, KURT von, 1926: Wilhelm Rimpau. Mitteldeutsche Lebensbilder, 1. Band, S. 376 - 389. Magdeburg.
- RUMPF, THEODOR, 1915: Lebenserinnerungen Bonn.
- RUNGE, F. F., Ueber einige Produkte der Steinkohlendestillation. Annalen der Physik und Chemie (POGGENDORFF), Band XXXI, S. 65 ff. und 3 Fortsetzungen.

- RUTHERFORD, Right Hon. Lord, 1936: Science in Development. Nature, Vol. 138, November 21, S. 865 - 869.
- SACHS, JULIUS, 1888: Stoff und Form der Pflanzenorgane. Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg. 2. Band. Leipzig. S. 452 - 488.
- SAFTIEN, K., 1959: Fritz Günther. Chemische Berichte, 92, 4, S. XXIX - XXXVI.
- SAGE, ROWAN F., 1995: Was low atmosphere CO<sub>2</sub> during the Pleistocene a mimiting factor for the origin of agriculture? Global Change Biology, 1, S. 93 - 106.
- SALOMON, GOTTFRIED, 1926: Historischer Materialismus und Ideologienlehre P. Jahrbuch für Soziologie, 2. Band, Karlsruhe.
- SAPP, JAN, 1994: Evolution by association: a history of symbiosis. Oxford University Press.
- SAUSSURE, HORATIUS BENEDICTUS von, 1781: Reisen durch die Alpen, nebst einem Versuche über die Naturgeschichte der Gegenden von Genf. Aus dem Französischen übersetzt ... 1., 2. Theil. Leipzig.
- SCHACHER, SUSAN G., 19: Bunsen, Robert Wilhelm Eberhard. Dictionary of Scientific Biography, Vol., New York. S. 586 - 590.
- SCHADEWALDT, HANS, 1982: Langerhans, Paul. Neue Deutsche Biographie, 13, S. 593 - 594.
- SCHÄFER, ANNETTE, 2008: Die Kraft der schöpferischen Zerstörung. Joseph A. Schumpeter. Die Biographie. Frankfurt/New York.
- SCHÄFER, LOTHAR, 1993: Das Bacon-Projekt: von der Erkenntnis, Nutzung und Schonung der Natur. Frankfurt a. M.
- SCHATZ, GOTTFRIED, 2011: Feuersucher. Die Jagd nach dem Geheimnis der Lebensenergie. Zürich.
- SCHELER, MAX, 1947 (also Wiederauflage etwa 20 Jahre nach dem Tod des Verfassers): Bildung und Wissen. Frankfurt am Main.
- SCHELER, MAX, 1915: Der Genius des Krieges und der Deutsche Krieg. Leipzig.
- SCHILPP, P. A., 1949: Albert Einstein als Philosoph und Naturforscher. Stuttgart. - Enthält auch Autobiographisches.
- SCHINDEWOLF, OTTO H., 1948: Einhundert Jahre Paläontologie (Paläozoologie). Ein Rückblick auf ihre Entwicklung in Deutschland. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 100, S. 67 - 93.

- SCHJELDERUP-EBBE, THORLEIF, 1921: Gallus domesticus in seinem täglichen Leben. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Philosophischen Fakultät der Universität Greifswald. Greifswald.
- SCHLEIDEN, MATTHIAS J., 1849: Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Leipzig.
- SCHMID, OTTO, 1941: Christian Friedrich Schönbein. Schwäbische Lebensbilder, 2. Band, Stuttgart. S. 415 - 430.
- SCHMIDT, WERNER, 1932: Die Entwicklung zum Objektivismus in der Forstwissenschaft. Allgemeine Forst-und Jagd-Zeitung, 108 (Februar), S. 37 - 49.
- SCHMOLLER, GUSTAV, 1897: Wechselnde Theorien und feststehende Wahrheiten im Gebiete der Staats- und Socialwissenschaften und der heutigen deutschen Volkswirtschaftslehre. Rede bei Antritt des Rectorats Aula der Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität 25. Oktober 1897.
- SCHNABEL, FRANZ, zu, 1988; Franz Schnabel. Zu Leben und Werk (1887 - 1966). Vorträge zur Feier seines 100. Geburtstages. Herausgegeben von der Historischen Kommission bei Bayerischen Akademie der Wissenschaft. München.
- SCHNEIDER, HANSJÖRG, 1978: Hypothese - Experiment - Theorie. Zum Selbstverständnis der Naturwissenschaft. Berlin, New York.
- SCHÖNBECK, CHARLOTTE, 1985: Lenard, Philipp. Neue Deutsche Biographie, 14. Band, S. 193 - 196.
- SCHRANK, FRANZ von PAULA, 1813: Botanische Beobachtungen. Denkschriften der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu München für das Jahr 1813. München 1814. S. 57 - 109.
- SCHREUS, H. TH., 1965: Zu Röntgens Entdeckung neuer Strahlung vor 70 Jahren. Die Naturwissenschaften, 52, 16, S. 471 / 472.
- SCHROEDINGER, ERWIN, 1951 (1. Auflage, englisch: 1944): Was ist Leben? Die lebende Zelle mit den Augen des Physikers betrachtet. Bern.
- SCHRÖDINGER, ERWIN, 1961: Meine Weltansicht. Wien, Hamburg.
- SCHÜMER, DIRK, 1992: Wissen als Kippfigur. Doch kein Paradigmenwechsel - Thomas Kuhn wird siebzig. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Samstag, 18. Juli, Nr. 165, S. 23.
- SCHUMPETER, JOSEPH, Ausgabe 1987, Original 1911: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Berlin. - Zitate hier aus Wikipedia.
- SCHÜTTMANN, W., 1987: Henri Becquerels Weg zur Entdeckung eines Phänomens: Radioaktivität. wissenschaft und fortschritt, 37, 1: S. 8 - 10.



- SCHWANN, THEODOR, 1836: Ueber das Wesen des Verdauungsprocesses. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, Jahrgang 1836. S. 90 - 138.
- SCHWANN, THEODOR, 1839: Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und das Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin.
- SCHWANN, THEODOR, 1875: Mein Gutachten über die Versuche, die an der Stigmatisierten Louise Lateau am 26. März 1869 angestellt wurden. Köln und Neuß.
- SEECK, OTTO, 1909: Geschichte des Untergangs der antiken Welt. Berlin.
- SEIDLITZ, WILFRIED von, 1920: Revolutionen in der Erdgeschichte. Jena.
- SELLIN, VOLKER, 19: Mentalität und Mentalitätsgeschichte. Historische Zeitschrift, S. 555 - 598.
- SEMON, EWALD, 1870/1921: Über das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie. Vortrag gehalten in der feierlichen Sitzung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien am XXX. Mai MDCCCLXX. 3. Auflage in: Ostwalds Klassiker, Nr. 148. Leipzig.
- SIEBOLD, CARL THEODOR ERNST von, 1856: Wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen. Leipzig.
- SIEBOLD, CARL THEODOR ERNST von, 1863: Die Süßwasserfische von Mitteleuropa. Leipzig.
- SIETMANN, RICHARD, 1984: Das Kreuz mit dem Musenkuß. bild der wissenschaft, 12, S. 117 - 130.
- SIMMS, BRENDAN, 2004: Butterfield, Sir Herbert. Oxford Dictionary of National Biography, Volume 9, S. 256 - 259.
- SIMPSON, GEORGE GAYLORD, 1963: Biology and the Nature of Science. Science, Vol. 139, 11 January, S. 81 - 88.
- SITTE, PETER, 1973: Methodengefüge und Erkenntnisfortschritt. Naturwissenschaften, 60, S. 333 - 339.
- SITTE, PETER, 1979: Unterwegs zu einem Weltbild der Naturwissenschaften. Eröffnungs-Vortrag der 110. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Innsbruck, 17. September 1978. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte 1978. S. 10 - 17.
- SITTE, PETER, 1982: Die Entwicklung der Zellforschung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 95, S. 561 - 580.

- SMIT, P. and J. HENIGER, 1975: Antoni van Leeuwenhoek 1632 - 1723) and the discovery of bacteria. *Journal of Microbiology and Serology*, Volume 31, No. 3, S. 217 - 228.
- SMITH, CYRIL STANLEY, 1968: Matter versus Materials: A Historical View. *Science*, Volume 162, 8 November, S. 637 - 644.
- SMITH, C. U. M., 1997: Centenary of the synapse. *Endeavour*, Vol. 21 (2), S. 49 - 51.
- SOKOLOVSKAYA, Z. K., 1976: Struve, Friedrich Georg Wilhelm. *Dictionary of Scientific Biography*, Volume XIII, New York, S. 108 - 113.
- SÖMMERRING, SAMUEL THOMAS, 1796: Über das Organ der Seele. Königsberg.
- SÖMMERRING, SAMUEL THOMAS, 1811. Über den Saft, welcher aus den Nerven wieder eingesaugt wird, im gesunden und kranken Zustande des menschlichen Körpers. Eine Abhandlung, welche zu Amsterdam den Preis der Monikhof'schen Legate im Jahre 1810 erhielt. Landshut.
- SPALLANZANI, LAZZARO, 1769: Versuch über die Ergänzung oder den neuen Auswuchs abgeschnittener Theile bey einigen Thieren. - In: SPALLANZANI, LAZZARO, 1769: *Physicalische und Mathematische Abhandlungen*. Leipzig. S. 1 - 66.
- SPALLANZANI, LAZZARO, 1769: Versuch von mikroskopischen Beobachtungen, in Ansehung des Lehrgebäudes von der Erzeugung der Herren Needham und Buffon. - In: wie vor. S. 120 - 207.
- SPALLANZANI, LAZZARO, 1786: Spallanzani's Versuche über die Erzeugung der Thiere und Pflanzen. Nebst des Herrn JOHANN SENEBIER's Entwurf einer Geschichte der organisirten Körper vor ihrer Befruchtung. Aus dem Französischen von Dr. CHRISTIAN FRIEDRICH MICHAELIS: Erste Abtheilung. Leipzig.
- SPALLANZANI, LAZZARO, 1795: Reisen in beyde Sicilien und einige Gegenden der Appenninen. Aus dem Italienischen mit Anmerkungen. Erster Theil. Leipzig.
- SPEHL, HELMUT, 1998: Siegfried Flügge zum Gedenken. *Freiburger Universitätsblätter*, 37. Jahrgang, Heft 139, März, S. 159 - 162.
- SPEISER, AMBROS P., 2001: Die Ionosphäre. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 54. Jahrgang, Heft 11, S. 569 - 574.
- SPERBER, MANÈS, 1977 / 1994: Bis man mir Scherben auf die Augen legt. *All das Vergangene ... Band 3*. Frankfurt a. M.

- SPIEL, HILDE, 1994, zuerst 1987: Glanz und Untergang: Wien 1866 bis 1938. Autorisierte Übersetzung aus dem Englischen von HANNA NEVES.
- SPRENGEL, CHRISTIAN KONRAD, 1793: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin.
- STAAB, HEINZ A., 1985: Zur Entstehung des Neuen in den Naturwissenschaften - dargestellt an einem Beispiel der Chemiegeschichte. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Jahrgang 1985, 1. Anhandlung. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- STAHL, ERNST, 1893: Regenfall und Blattgestalt. Eigenreferat über eine eigene Arbeit in Volume XI der 'Annales du jardin botanique de Buitenzorg'. Botanische Zeitung, II. Abtheilung, 51, 10, Spalte 145 - 152.
- STAHL, ERNST, 1897: Ueber den Pflanzenschlaf und verwandte Erscheinungen. Botanische Zeitung, 55, S. 71 - 109.
- STARK, J., 1935: Zur Geschichte der Entdeckung der Röntgenstrahlen. Physikalische Zeitschrift, 36, 8, 15. April, S. 280 - 283.
- STAUDINGER, H., 1926: Die Chemie der hochmolekularen organischen Stoffe im Sinne der Kekulé'schen Strukturlehre. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 59. Jahrgang, Band II, Abteilung B, S. 3019 - 3043.
- STAUDINGER, HERMANN, 1954: Die makromolekulare Chemie. Nobel Lecture, 11. December 1953. Les Prix Nobel en 1953. Stockholm. S. 115 - 138.
- STAUDINGER, HERMANN, 1961: Arbeitserinnerungen. Heidelberg.
- STAUFFER, R. C., 1957: Speculation and Experiment in the Background of Oersted's discovery of Electromagnetism. Isis, Vol. 48, Part I, No. 151: S. 33 - 50.
- STEEN, WIM J. VAN DER and HARMKE KAMMINGA, 1991: Laws and Natural History in Biology. British Journal of the Philosophy of Science, 42, S. 445 - 467.
- STEENBECK, MAX, 1977: Impulse und Wirkungen. Schritte auf meinem Lebensweg. Berlin.
- STERN, CURT, 1965: Thoughts on Research. Science, Vol. 148, 7 May, S. 772 / 773.
- STERN, CURT, 1968 (2. deutsche Ausgabe): Grundlagen der Humangenetik. Übersetzung ELISABETH WOLF, Redaktion der deutschen Ausgabe HANS-ALBRECHT FREYE. Jena.

- STERN, CURT, 1970: The Continuity of Genetics. *Daedalus*, 99, 4, S. 882 - 908.
- STERNBERG, KASPAR Graf VON, 1868: *Leben des Grafen Kaspar Sternberg von ihm selbst beschrieben. Nebst einem akademischen Vortrag über der Grafen Kaspar und Franz Sternberg Leben und Wirken für Wissenschaft und Kunst in Böhmen. Zur fünfzigjährigen Feier der Gründung der Böhmisches Museums herausgegeben von FRANZ PALACKY'*. Prag.
- STICKER, BERNHARD, 19: *Argelander, Friedrich Wilhelm August. Dictionary of Scientific Biography, Vol. I, New York. S. 240 - 243.*
- STOCKER, OTTO, 1932: *Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen. I. Untersuchungen an der arktischen Baumgrenze in Schwedisch-Lappland. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, LXXV, S. 494 - 549.*
- STOHMANN, 1874: *Liebig's Beziehungen zur Landwirtschaft. Journal für praktische Chemie, Neue Folge, Band 8, S. 458 - 476.*
- STÖHR, PHILIPP, 1906: *Gedächtnisrede auf Albert von Koelliker. Gehalten in der 7. Sitzung der physikalisch - medizinischen Gesellschaft, 17. Mai 1906. Verhandlungen der Physikalisch - Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, Neue Folge, XXXVIII, S. 277 - 298.*
- STÖLZLE, REMIGIUS, 1897: *Karl Ernst von Baer und seine Weltanschauung. Regensburg.*
- STRASSL, H., 1946: *Die erste Bestimmung einer Fixsternentfernung. (Zum hundertsten Todestag von F. W. BESSEL). Die Naturwissenschaften, 33, 3: S. 65 - 71.*
- STRÖKER, ELISABETH, 1973: *Einführung in die Wissenschaftstheorie. München.*
- STRÖKER, ELISABETH, 1982: *Theoriewandel in der Wissenschaftsgeschichte. Chemie im 18. Jahrhundert. Frankfurt a. M.*
- STROMEYER, G. F. L., 1875: *Erinnerungen eines deutschen Arztes. Hannover.*
- STRÜMPPELL, A., 1925: *Aus meinem Leben ... Leipzig.*
- SUMNER, JAMES BATCHELLER, 1926: *The Isolation and Crystallisation of the Enzyme Urease. The Journal of Biological Chemistry, LXIX, S. 435 - 441.*
- SUMNER, JAMES BATCHELLER, 1948: *The Chemical Nature of Enzymes. Nobel Laureate Lecture. Les Prix Nobel en 1946. Stockholm. S. 185 - 192.*

- SUTHERLAND, EARL W., 1972: Untersuchungen zur Wirkungsweise der Hormone (Nobel-Vortrag). *Angewandte Chemie*, 84. Jahrgang, Heft 23, S. 1117 - 1125.
- SUTTON, MIKE, 2010: *Airs and graces. Henry Cavendish ... Chemistry World*, October, S. 50 - 53.
- SUTTON, MIKE, 2011: ... *Bunsen. Chemistry World*, July, S. 46 -49.
- SZABADVÁRY, FERENC, 1966: *Geschichte der analytischen Chemie. Deutsche Bearbeitung GÜNTHER GERSTEIN. Budapest.*
- TELLER, EDWARD, 1981: *Energie für ein neues Jahrtausend. Berlin, Frankfurt/M., Wien. - Original: Energy from Heaven and Earth. <San Francisco und London 1979.*
- THAER, ALBRECHT, 1804 , 1806: *Einleitung zur Kenntniß der englischen Landwirtschaft und ihrer neueren practischen und theoretischen Fortschritte in Rücksicht auf Vervollkommnung teutscher Landwirtschaft für denkende Landwirthe und Cameralisten. Dritter und letzter Band. Hannover 1804. - dasselbe: Erster Band. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Hannover 1806.*
- THALER, HERIBERT, 1993: *Der blaue Papagei: erlebte Medizin, erlebte Welt. Leipzig.*
- THEORELL, HUGO, 1936: *Das gelbe Oxydationsferment. Biochemische Zeitschrift*, 278, 3 -4, S. 263 - 290.
- THEORELL, HUGO, 1956: *The Nature and Mode of Action of Oxidation Enzymes. Nobel Lecture, December 12, 1955. Les Prix Nobel en 1955, Stockholm. S. 132 - 146.*
- THIELE, JOACHIM, 19: *Zur Wirkungsgeschichte des Dopplerprinzips im neunzehnten Jahrhundert. Annals of Science, Vol. 27, No. 4, S. 393 - 407.*
- THIENEMANN, AUGUST, 1909: *Die Stufenfolge der Dinge, der Versuch eines natürlichen Systems der Naturkörper aus den achtzehnten Jahrhundert. Eine historische Skizze. Habilitationsschrift einer hohen philosophischen und naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W. Würzburg.*
- THIENEMANN, AUGUST, 1959: *Erinnerungen und Tagebuchblätter eines Biologen. Ein Leben im Dienste der Limnologie. Stuttgart.*
- THOMASIAN, ROSE, 1974: *Moro, Antonio-Lazzaro. Dictionary of Scientific Biography, Vol. IX, New York. S. 531 - 534.*
- TIEDEMANN, FRIEDRICH, 1830: *Physiologie des Menschen. 1. Band: Allgemeine Betrachtungen der organischen Körper. Darmstadt.*

- TIGERSTEDT, ROBERT, 1895: Denkrede auf Carl Ludwig. 30. April 1895 in der Universität Stockholm. Biographische Blätter, 1. Band. Berlin. S. 271 - 279.
- TILTON, G. R. and S. R. HART, 1963: Geochronology. New techniques provide knowledge of the time and mode of formation and subsequent evolution of rock systems. Science, Volume 140, No. 3565, 26 April, S. 357 - 366.
- TOLSTOI, LEW, 1978: Tagebücher. 2. Band, 1885 - 1901. Aus dem Russischen übersetzt von GÜNTER DALITZ. Berlin.
- TÖLTÉNYI, STANISLAUS, 1838: Versuch einer Kritik der wissenschaftlichen Grundlage der Medicin. Erster Band. Wien.
- TONEGAWA, SUSUMU, 1988: Die somatische Entstehung der Antikörperdiversität. Nobel-Vortrag. Dtsch. Angewandte Chemie, 100, S. 1060 - 1071.
- TREMBLEY, ABRAHAM, 1744:
- TRÖHLER, ULRICH, 1992: Theodor Kocher: Chirurgie und Ethik. Gesnerus, 49, S. 119 - 135.
- TROLL, WILHELM, 1948: Urbild und Ursache in der Biologie. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 6. Abhandlung.
- TURNER, G. L' E., 1976: Wilson, Charles Thomson Rees. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIV, New York, S. 420 - 423.
- TYNDALL, JOHN, 1870 / 1948: Faraday und seine Entdeckungen. Autorisierte deutsche Übersetzung von H. HELMHOLTZ. Braunschweig 1870. - Neuauflage mit einem Geleitwort von Prof. Dr. A. SOMMERFELD. Ulm 1948.
- TYNDALL, JOHN, 1874: Wunder und besondere Fügungen. Deutsch in: Fragmente aus den Naturwissenschaften. Vorlesungen und Aufsätze... Mit Vorwort und Zusätzen von Prof. H. HELMHOLTZ. Braunschweig. S. 49 - 84. Englisch Original in: Fortnightly Review, New Series, Vol. I, pp. 645.
- UEXKÜLL, JAKOB von, 1920: Theoretische Biologie. Berlin.
- UNSÖLD, ALBRECHT, 1981: Evolution kosmischer, biologischer und geistiger Strukturen. Stuttgart.
- VALLISNERI, ANTONIO, 1739: Historie Von der Erzeugung Der Menschen Und Thiere ... Aus dem Italiänischen in das Teutsche übersetzt, ... Von D. CHRISTIAN PHILIPP BERGER. Lemgo.
- VAN'T HOFF s. HOFF.

- VAUPEL, ELISABETH, 2012: Wilhelm von Miller und das Antinonin. Vom Teerfarbstoff zum Insektizid. *Chemie in Unserer Zeit*, 46, S. 388 - 400.
- VERWORN, MAX, 1905: Prinzipienfragen in der Naturwissenschaft. Vortrag, gehalten in der allgemeinen Sitzung des X. Neerlandsch Natuur-en Geneeskundig Congres zu Arnheim am 29. April 1905. Jena.
- VERWORN, MAX, 1912, Zweite Auflage: Die Entwicklung des menschlichen Geistes. Ein Vortrag. Jena.
- VIRCHOW, RUDOLF, 1849:
- VIRCHOW, RUDOLF, 1858: Die Cellularpathologie.
- VIRCHOW, RUDOLF, 1877 / 1922: Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staatsleben. Amtlicher Bericht der 50. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in München, 17. bis 22. September 1877. S. 65 ff. - Auszug auch in: SUDHOFF, K., 1922: Rudolf Virchow. Leipzig.
- VIRTANEN, REINO, 1965: Marcelin Berthelot. A Study of a Scientist's Public Role. university of nebraska studies: new series no. 31. Lincoln.
- VOGEL, HERMANN W., 1884: Ueber die Hilfsmittel, photographische Schichten für grüne, gelbe und rothe Strahlen empfindlich zu machen. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, Jahrgang XVII, S. 1196 - 1203.
- VOGELSANG, H. 1867: Philosophie der Geologie und mikroskopische Gesteinsstudien. Bonn.
- VOGT, CARL, 1855: Köhlerglaube und Wissenschaft. Eine Streitschrift gegen Hofrath Rudolph Wagner in Göttingen. Gießen.
- WADE, NICHOLAS, 1976: Sociobiology: Troubled Birth for New Discipline. *Science*, Vol. 191, 19 March, S. 1151 - 1155.
- WAGENBRETH, OTFRIED, 1964: Fazies und Formation. Eine geologiegeschichtliche Betrachtung. *Berichte der Geologischen Gesellschaft in der Deutschen Demokratischen Republik*, 9. Band, Heft 1, S. 149 - 158.
- WAGENBRETH, OTFRIED, 1979: Konkretisierung und Generalisierung, Komplizierung und Simplifizierung als Faktoren im Entwicklungsgang geologischer Forschung. *Zeitschrift geologische Wissenschaften*, 7, 1, S. 99 - 110.
- WAGNER, RUDOLF, 1842: Ueber das Verhältniß der Physiologie...
- WAHL, WERNER H. and HENRY H. KRAMER, 1967: Neutron - Activation Analysis. *Science*, Volume 216, No. 4, S. 68 - 82.

- WAKSMAN, BYRON H.; HUBERT A. LECHEVALIER, 1981: Waksman, Selman Abraham. Dictionary of scientific Biography, Vol. 18 (II), New York. S. 970 - 974.
- WAKSMAN, SELMAN A., 1953: Streptomycin. Background, Isolation, Properties, and Utilization. Nobel Lecture, December 12, 1952. Les Prix Nobel en 1952. Stockholm. S. 136 - 153.
- WALD, GEORGE, 1968: Molecular Basis of Visual Excitation. Nobel Lecture 12 December 1967. Science, Volume 162, 11 October, S. 230 - 239.
- WALDEN, PAUL, 1910: Die Lösungstheorien in ihrer geschichtlichen Aufeinanderfolge. Sammlung Chemischer und chemisch-technischer Vorträge, XV. Band. S. 277 - 454. Stuttgart.
- WALDEN, PAUL, 1925: Stereochemie und Technik. Zeitschrift für angewandte Chemie, 38. Jahrgang, 14. Mai, Nr. 20, S. 429 - 439.
- WALDEN, PAUL, 1931: Maß, Zahl und Gewicht in der Chemie der Vergangenheit. Ein Kapitel aus der Vorgeschichte des sogenannten quantitativen Zeitalters der Chemie. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, Neue Folge, Heft 8. Stuttgart.
- WALDEN, PAUL, 1948: Zur Problematik der Alchemie und ihrer Ausstrahlungen auf die modernen Naturwissenschaften. Die Naturwissenschaften, 35, 8, S. 225 - 230.
- WALLGREN, A., 1953: Würdigung des Nobelpreisträgers SELMAN A. WAKSMAN bei der Verleihung des Nobelpreises für Physiologie oder Medizin 1952. Les Prix Nobel en 1952. Stockholm. S. 38 - 42.
- WALTHER, FRITZ B., 1999: Konrad Lorenz (7 November 1903 - 27 February 1989). Proceedings of the American Philosophical Society, Volume 143, No. 3, September, S. 460 - 469.
- WANGERIN, W. 1914: Die Entwicklungsgeschichte der pontischen Pflanzengemeinschaften. Aus der Heimat, 27. Jahrgang, Heft 4, Juli, S. 114 - 118.
- WANNAGAT, ULRICH, 1967: Alfred Werner. 1866 - 1919. Chemie in unserer Zeit, 1, S. 25 - 27.
- WARBURG, OTTO, 1923: Über die Grundlagen der Wielandschen Atmungstheorie. Biochemische Zeitschrift 142, 518. - Auch in: WARBURG, OTTO (Herausgeber), 1928: Über die katalytischen Wirkungen der lebendigen Substanz. Berlin. S. 160 - 165.



- WATSON, J. D., 1963: Die Beteiligung der Ribonucleinsäure an der Proteinsynthese. Nobel-Vortrag am 11. Dezember 1963. Angewandte Chemie, 75. Jahrgang, Nr. 10. S. 439 - 449.
- WATSON, JAMES, 2003: "Meine Gedanken sind aggressiv". SPIEGEL-Gespräch mit JOHANN GROßE und ERNST PETER FISCHER, 9, S. 171 - 173.
- WEBB, K R, 1965: Sprengel and the Vacuum Pump (1865). Chemistry in Britain, Volume 1, Number 12, December, S. 569 - 571.
- WEBER, C. A., 1910: Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über den Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit? Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 62. Band, S. 143 - 162.
- WEBER, CARL OTTO, 1900: Ueber die Natur des Kautschuks. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 33. Jahrgang, S. 779 - 796.
- WEBER, 19: Privilegien durch Bildung.
- WEGENER, ALFRED, 1929<sup>4</sup>: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. 4., umgearbeitete Auflage. Braunschweig.
- WEGMANN, EUGENE, 1948: Zur Geschichte der Umwandlungsgesteine. Geologische Rundschau, 36, S. 48 - 50.
- WEGMANN, E., 1952: Entwicklung, von verschiedenen Standpunkten aus gesehen. Geologische Rundschau, Band 40, 2, S. 201 - 210.
- WEGMANN, EUGENE, 1958: Das Erbe Werners und Huttons. Geologie, 7, 3 - 6.
- WEHLER, HANS-ULRICH, 1975: Modernisierungstheorie und Geschichte. Göttingen.
- WEIGERT, CARL, 1896: Neue Fragestellungen in der pathologischen Anatomie. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 68. Versammlung zu Frankfurt a. M., 21. - 26. September 1896. Leipzig 1896. S. 121 - 139.
- WEINBERG, A. v., 1916: Paul Ehrlich. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 49, I.
- WEINBERG, ARTHUR von, 1930: August Kekulé und seine Bedeutung für die chemische Industrie. Rede bei der Jahrhundertfeier von Kekulé's Geburtstag in Darmstadt am 16. November 1929. Zeitschrift für angewandte Chemie, 43, S. 167 - 170.
- WEINGARTEN, MICHAEL, 1989: Die Beweisstruktur von Darwins Evolutionstheorie - Die künstliche Zuchtwahl als Modell des evolutionären Geschehens. Natur und Museum, 119, S. 315 - 327.

- WEINGARTEN und WENZEL, 2009: Interview Artentstehung läuft nicht im Ersten Programm. Marburger UniJournal, Nr. 34, Dezember, S. 44/45.
- WEISMANN, AUGUST, 1890: Bemerkungen zu einigen Tages-Problemen. Erlangen 1890, zuerst veröffentlicht in ‚Biologisches Centralblatt‘ Band X. - Auch in: WEISMANN, AUGUST, 1892: Aufsätze über Vererbung... Leipzig. S. 639 - 672.
- WEISMANN, AUGUST,: Allmacht der Naturzüchtung.
- WEISSKOPF, VICTOR, 1991: Mein Leben. Ein Physiker, Zeitzeuge und Humanist erinnert sich an unser Jahrhundert. Aus dem Amerikanischen von Liselotte Julius. Bern, München, Wien. - Originaltitel: The Joy of Insight. New York.
- WEITZE, MARC-DENIS, 1999: Wie Chemiker das Leben erforschen. Proteine, Nukleinsäuren, Kohlenhydrate - zentrale Akteure der Molekularbiologie. Neue Zürcher Zeitung, Nr. 202, Mittwoch 1. September, S. 37.
- WELTE, ERWIN, 1968: Die Bedeutung der Mineralischen Düngung und die Düngemittelindustrie in den letzten 100 Jahren. Technikgeschichte, Band 35, Nr. 1, S. 37 - 55.
- WENDLAND, FOLKWART, 1986: Die Gebirgsbildungstheorie von Peter Simon Pallas (1741 - 1811) und ihre Bedeutung für die Herausbildung der Geologie. Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 14, S. 751 - 760.
- WICKLER, WOLFGANG/UTA SEIBT, 1977: Das Prinzip Eigennutz. Ursachen und Konsequenzen sozialen Verhaltens. Hamburg.
- WIEDERKEHR, K. H., 1967: Wilhelm Eduard Weber. Grosse Naturforscher, Band 32. Stuttgart.
- WIEGNER, GEORG, 1921: Zu WILHELM FLEISCHMANNs Gedächtnis. Die landwirtschaftlichen Versuchs - Stationen, Band XCVII, S. 261 - 292.
- WIELAND, H., 1950: Hans Fischer und Otto Hönigschmidt zum Gedächtnis. Angewandte Chemie, 62. Jahrgang, Nr. 1, Januar, S. 1 - 4.
- WIENER, OTTO, 1922: Nachruf auf Wilhelm Hallwachs. Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch - Physische Klasse, 74. Band, S. 293 - 316.
- WIKSTRÖM, ANDREAS, 1758: Erfahrung wegen der Störung der Magnetnadel, durch die Electricität. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, ... Aus dem Schwedischen übersetzt, von ABRAHAM GOTTHELF KÄSTNER. 20. Band, S. 157 / 158.

- WILJESTRAND, G., 1947: Würdigung der Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin 1946, A. FLEMING, E. B. CHAIN, H. W. FLOREY. Les Prix Nobel en 1945. Stockholm. S. 37 - 42.
- WILLSTÄTTER, RICHARD, 1927: Über die Aufgaben der Chemie. Forschungen und Fortschritte, 3, 34.
- WILLSTÄTTER, RICHARD, 1930: Bemerkungen zur Ausbildung der Chemiker an den deutschen Hochschulen. Chemiker-Zeitung, 54.
- WILLSTÄTTER, RICHARD, 1932. Hundert Jahre "Liebig's Annalen der Chemie". Angewandte Chemie, 45, 11.
- WILLSTÄTTER, RICHARD, 1958: Aus meinem Leben. Weinheim / Bergstraße.
- WILSON, CHARLES T. R., 1927 / 1965: On the cloud method of making visible ions and the tracks of ionizing particles. Nobel Lecture Physics, 12. December 1927. Nobel - Foundation 1965.
- WILSON, EDWARD O., 1999: Hinter den Schleier des Nichtwissens blicken. Ein Gespräch mit dem Soziobiologen Edward O. Wilson. Neue Zürcher Zeitung, Montag, 4. Januar, Nr. 1, S. 33.
- WILSON, LEONHARD G., 1996: The Gorilla and the Question of Human Origins: The Brain Controversy. Journal of the History of Medicine and Allied Sciences, Volume 51, S. 184 - 207.
- WILSON, MITCHELL, 19: Count Rumford. Scientific American, S. 158 - 168.
- WILSON, J. TUZO, 1968: Static or Mobile Earth: The current Scientific Revolution. Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 112, No. 5, October, S. 309 - 320.
- WINDAUS, ADOLF, 1935: Sterine als Ausgangsstoffe für Hormone, Vitamine und andere physiologisch wichtige Verbindungen. Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse, Fachgruppe III, Chemie, einschließlich Physikalische Chemie... Neue Folge 1, Nr. 7, S. 59 - 83.
- WINDELBAND, WILHELM, 1894: Geschichte der Naturwissenschaft. Rede gehalten von dem Rector Wilhelm Windelband, zum Antritt des Rectorats der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg 1. Mai 1894.
- WINKLE, STEFAN, 1997: Geisseln der Menschheit: Kulturgeschichte der Seuchen. Düsseldorf, Zürich.
- WINSOR, MARY P., 1976: Swammerdam, Jan. Dictionary of Scientific Biography, Volume XIII, New York, S. 168 - 175.

- WITT, OTTO N., 1894: Friedlieb Ferdinand Runge. Die Chemische Industrie, XVII. Jahrgang, 15. März, Nr. 6, S. 145 - 149.
- WITTVOGEL, K., 1922:
- WÖHLER und LIEBIG, 1832: Untersuchungen über das Radikal der Benzoësäure. Annalen der Pharmacie, Band III, S. 249 ff. - In: Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, herausgegeben von HERMANN KOPP, Leipzig 1891.
- WOHLWILL, EMIL; 1909, 1926: Galilei und sein Kampf für die copernicanische Lehre. Band 1: Hamburg und Leipzig 1909; Band 2: Leipzig 1926.
- WOODRUFF, A. E., 1971: Doppler, Johann Christian. Dictionary of Scientific Biography, Volume IV, S. 167 / 168, New York.
- WUNDERLICH, H. G., 1962: 50 Jahre Kontinentalverschiebungstheorie - von Wegener bis Runcorn. Geologische Rundschau, 52. Band, S. 504 - 513.
- WYNN, JEFFREY C. und EUGÈNE M. SHOEMAKER, 1999: Flammendes Inferno in der Wüste. Spektrum der Wissenschaft, Februar, S. 30 - 37.
- ZAGALAK, BOLESŁAW, 1982: Vitamin B12 als biologisch aktive Modellsubstanz. Naturwissenschaften, 69, S. 63 - 74.
- ZANGERL; CORINNA, 2014: Wenn Wissenschaft Lebensgrenzen setzt. Die Aufzeichnungen des Innsbrucker Physiologen Ludwig Haberlandt (1885 - 1932). Innsbruck.
- ZEKERT, OTTO, 1963: Carl Wilhelm Scheele. Apotheker - Chemiker - Arzt. Stuttgart.
- ZILSEL, EDGAR, 1976: Die sozialen Ursprünge der neuzeitlichen Wissenschaft. Herausgegeben und übersetzt von WOLFGANG KROHN. Frankfurt a. M. - Mit verschiedenen Einzelbeiträgen, so:
- ZILSEL, EDGAR, 1942 / 1976: Die Entstehung des Begriffs des physikalischen Gesetzes. In: ZILSEL, E., 1976: Die sozialen Ursprünge... S. 66 - 97. - Im Original: The Genesis of the Concept of Physical Law. In: Philosophical Review, Band LI, 1942, S. 245 - 249.
- ZIMMER, ERNST, 1942: Umsturz im Weltbild der Physik. ... Mit einem Geleitwort von Dr. MAX PLANCK. München.
- ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1977: William Harvey. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Band 28. Leipzig.
- ZIRNSTEIN, GOTTFRIED, 1980: Charles Lyell. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Band 48. Leipzig.

## Namensregister

ABDERHALDEN, EMIL, 1877 - 1950, Physiologe  
 ACTON, JOHN EMERICH DALBERG-ACZON, Lord, 1834 - 1902, Historiker  
 ADRIAN, EDGAR DOUGLAS, 1889 - Physiologe, Physiker  
 ALZHEIMER, ALOIS, 1864 - 1915, Nervenarzt  
 AMÉRY, JEAN, 1912 - 1978 (Suizid), Philosoph  
 AMICI, GIOVANNI BATTISTA, 1786 - 1869, Mikroskopiker, Opziker  
 AMPÈRE, ANDRÉ-MARIE, 1775 - 1836, Physiker  
 AMUNDSEN, ROALD, 1872 - 1928, Polarforscher  
 ANDERSON, CARL D. = DAVID, 1905 - 1991, Physiker  
 ANDRUSSOW, NIKOLAI IWANOWITSCH, 1861 - 1924, Geologe  
 ARAGO, FRANCOIS, 1786 - 1853, Physiker  
 ARESCHOUG, FREDRIK WILHELM CHRISTIAN, 1830 - 1908, Botaniker  
 ARGELANDER, FRIEDRICH AUGUST WILHELM, 1799 - 1875, Astronom  
 ARISTARCH(OS) VON SAMOS, um 310 v. Chr. - um 230 v. Chr., Astronom  
 ARISTOTELES, 384 v. Chr. - 322 v. Chr., Philosoph, Allgelehrter  
 ARRHENIUS, SVANTE AUGUST, 1859 - 1927, Chemiker, auch Physiker u. a.  
 ASIMOV, ISAAC, 1919 - 1982, Wissenschaftautor  
 ASKONAS, ITA (BRIGITTE), 1923 - 2013, Immunologin  
 AUERBACH, CHARLOTTE, 1899 - 1994, Genetikerin  
 AUGUSTUS, Kaiser  
 AVERY, AMOS G. (= GEER), 1902 - 1998, Genetiker  
 BACON, FRANCIS, 1561 - 1626, Philosoph  
 BAIER, JOHANN JACOB, 1677 - 1785, Mediziner, Amateur-Paläontologe  
 BAKER, JOHN RANDAL, 1900 - 1984, Zoologe  
 BARENTS, WILLEM, um 1550 - 1597, Seefahrer, Entdecker  
 BATESON, WILLIAM, 1861 - 1926, Biologe, Genetiker  
 BAUME, Mediziner  
 BAVINK, BERNHARD, 1879 - 1947, Naturwissenschaftler, Enzyklopädist  
 BAYEN, PIERRE, 1725 - 1798, Apotheker, Chemiker  
 BAYLE, PIERRE, 1647 - 1706, Philosoph, Aufklärer  
 BAEYER, ADOLF von, 1835 - 1917, Chemiker  
 BECKMANN, FRIEDRICH, 1739 - 1811, Kamerlist, Techniker  
 BECQUEREL, ALEXANDRE-EDMOND, 1820 - 1891, Physiker

BECQUEREL, HENRI, 1852 - 1908, Physiker  
BEDNORZ, JOHANNES GEORG, geb. 1950, Physiker  
BENEDEN, PIERRE - JOSEPH VAN, Biologe, 1809 - 1893  
BERGER, HANS, 1873 - 1941, Psychiater, Neurophysiologe  
BERNAL, JOHN DESMOND, Kristallograph  
BERKELEY, GEORGE, 1685 - 1753, Philosoph  
BERNARD, CLAUDE, 1813 - 1878, Physiologe  
BERNARD, NOËL, 1874 - 1911  
BERTHOLD, ARNOLD ADOLPH, 1803 - 1861  
BERTHELOT, PIERRE EUGÈNE MARCELLIN, 1827 - 1907, Chemiker  
BERTRAND, JOSEPH, 1822 - 1900, Mathematiker  
BERZELIUS, JÖNS JAKOB, 1779 - 1848, Chemiker  
BESSEL, FRIEDRICH WILHELM, 1784 - 1846, Astronom  
BICHAT, MARIE FRANCOIS XAVIER, 1771 - 1802, Mediziner  
BIDDER, GEORG FRIEDRICH KARL HEINRICH, 1810 - 1894, Physiologe  
BIOT, JEAN-BAPTISTE, 1774 - 1862, Physiker  
BI'RO', LASZLO JOZSEF. 1899 - 1985, Erfinder/Kugelschreiber u. a.  
BISCHOF, NORBERT, geb. 1930, Psychologe  
BISCHOFF, THEODOR L. W. von, 1807 - 1882, Mediziner, Embryologe  
BLACK, JOSEPH, 1728 - 1799, Chemiker, Physiker  
BLAKESLEE, ALBERT FRANCIS, 1874 - 1954, Genetiker  
BLACKETT, PATRICK MAYNARD STUART, 1897 - 1974, Physiker  
BLYTT, AXEL GUDBRAND, 1843 - 1898, Botaniker, Geologe  
BÖHME, GERNOT, geb. 1937, Wissenschaftsphilosoph  
BOHR, NIELS, 1885 - 1962, Physiker  
BOILEAU - DESPRÉAUX, NICOLAS, 1636 - 1711  
BOLTWOOD, BERTRAM BORDEN, 1870 - 1927, Physiker  
BOLTZMANN, LUDWIG, Physiker, 1844 - 1906  
BONNET, CHARLES, 1720 - 1793, Naturforscher  
BOERHAAVE, HERMANN, 1668 - 1738, Mediziner  
BORN, GUSTAV JACOB, 1851 - 1900, Mediziner  
BORN, MAX, 1882 - 1970, Physiker  
BOSCH, CARL, 1874 - 1940, Chemiker, Chemotechniker,  
BOUGAINVILLE, LOUIS-ANTOINE DE, 1729 - 1811, frz. Seefahrer  
BOUCHARDAT, Mediziner  
BRACHET, JEAN LOUIS AUGUSTE, 1909 - 1988  
BRAGG, WILLIAM LAWRENCE, 1890 - 1971, Physiker

BRAEM, F., 20. Jh., Zoologe  
 BRANCA, WILHELM von, 1844 - 1928, Geologe  
 BRANDES, ERNST, 1758 - 1810, Jurist, Aufklärer  
 BRAUN, ALEXANDER, Botaniker, 1805 - 1877  
 BRAUN, FERDINAND, 1850 - 1918, Physiker  
 BRAUN-BLANQUET, JOSIAS, 1884 - 1980, Botaniker  
 BRAUS, HERMANN, 1868 - 1924, Zoologe  
 BRECHT, BERT(OLT), 1898 - 1956, Dichter  
 BRIDGES, CALVIN BLACKMAN, 1889 - Genetiker  
 BRIDGMAN, PERCY WILLIAMS, 1882 - 1961, Physiker  
 BRONN, GEORG HEINRICH, 1800 - 1862, Zoologe, Paläontologe  
 BRONNER, 19. Jh. Agrikulturchemie  
 BÜCHNER, GEORG, 1813 - 1837, Dichter, Mediziner  
 BUCHNER, JOHANN ANDREAS, 1783 - 1852, Pharmakologe  
 BUFFON, GEORGES-LOUIS LECLERC DE, 1707- 1788  
 BUNGE, GUSTAV PIERS ALEXANDER VON, 1844 - 1920, Physiologe  
 BÜNNING, ERWIN, 1906 - 1990, Pflanzenphysiologe  
 BUNSEN, ROBERT, 1811 - 1899, Chemiker  
 BURCKHARDT, JAKOB (JACOB), 1818 - 1897, Historiker  
 BURGEFF, HANS, 1883 - 1976, Botaniker  
 BÜRCEL, BRUNO H.= HANS), 1875 . 1948, Astronomie-Popularisator  
 BUTENANDT, ADOLF, 1903 - 1995, Chemiker  
 BUTLEROV, ALEKSANDER, MICHAILOWITSCH, 1828 - 1886, Chemiker  
 BÜTSCHLI, JOHANN ADAM OTTO, 1848 - 1920, Biologe  
 BUTTERFIELD, Sir HERBERT, 1900 - 1979, Historiker  
 CANNON, WALTER BRADFORD, 1871 - 1945, Physiologe  
 CANDOLLE, ALPHONSE LOUIS PIERRE PYRAME DE, 1806 - 1893,  
 Botaniker  
 CARRINGTON, RICHARD CHRISTOPHER, 1826 - 1875, Astronom/Sonne  
 CÄSAR, GAIUS JULIUS, 100 v. Chr. - 44 v. Chr., Feldherr, Politiker  
 CASPERSSON, TORBJÖRN OSKAR, 1910 - 1987  
 CAVENTOU, JOSEPH BIENAIME´, 1795 - 1877, Chemiker  
 CHAGAS, CARLOS, 1879 - 1934, brasilianischer Mediziner  
 CHAIN, ERNST, 1906 - 1979, Mikrobiologe  
 CHARGAFF, ERWIN, 1905 - 2002, Biochemiker  
 CHUN, CARL FRIEDRICH, 1852 - 1914, Zoologe  
 CICERO, MARCUS TULLUS, 106 v. Chr, - 43 v. Chr, Redner

CLARK, ALFRED JOSEPH, 1885 - 1941  
 CLAUSIUS, RUDOLF, 1822 - 1888, Physiker  
 CLOOS, HANS, 1885 - 1951, Geologe  
 COGROSSI, CARLO FRANCESCO, 1682 - 1769, Mediziner  
 COHN, FERDINAND, 1828 - 1898, Botaniker  
 COMTE, ISIDORE MARIE AUGUSTE FRANCOIS XAVIER, 1798 - 1857,  
 Philosoph  
 CONDORCET, ANTOINE, Marquis DE, 1743 - 1794, Aufklärer, Mathematiker  
 CONRAD (KONRAD) von MEGENBERG, etwa 1309 - 1374  
 COOK, JAMES, 1728 - 1779, Seefahrer  
 COTTA, BERNHARD, 1808 - 1879, Geologe  
 CREDNER, HERMANN, 1841 - 1913, Geologe  
 CRICK, FRANCIS HENRY COMPTON; 1916 - 2004, Biologe  
 CROOKES, Sir WILLIAM, 1832 - 1919, Physiker, Chemiker  
 CURTIS, ADAM, 1934 - Zellbiologe, Chemiker  
 DALTON, JOHN, 1766 - 1844, Chemiker  
 DARLINGTON, CYRIL DEAN, 1903 - 1981, Genetiker  
 DAVY, HUMPHRY, 1778 - 1829, Chemiker  
 DEBYE, PETER, 1884 - 1966, Physiker  
 DESCARTES, RENE'/RENATUS CARTESIUS, 1596 - 1650, Philosoph  
 DIRAC, PAUL ADRIEN MAURICE, 1902 . 1984  
 DODGE, BERNARD OGILVIE, 1872 - 1960, Botaniker, Genetik bei Pilzen  
 DORNO, CARL, 1865 - 1942, auch Physiker  
 DOVE, HEINRICH WILHELM, 1803 - 1879, Meteorologe  
 DROYSEN, 1808 - 1884, Historiker  
 DU BOIS-REYMOND, EMIL, 1818 - 1896, Physiologe  
 DUFOUR, JEAN MARIE LÉON, 1780 - 1865, Entomologe  
 DULBECCO, RENATO, 1914 - 2012, Molekulrbiologe  
 DUVE, CHRISTIAN DE, 1917 - 2013, Zellforscher  
 ECCLES, Sir JOHN, 1903 - 1997, Neurophysiologe  
 EDELMAN, GERALD MAURICE, 1929 - 2014  
 EHLERS, ERNST HEINRICH, 1835 - 1925, Zoologe  
 EHRENBERG, CHRISTIAN GOTTFRIED, 1795 - 1876, Zoologe  
 EHRLICH, PAUL, 1854 - 1915, Mediziner  
 EIGEN, MANFRED, geb. 1927, Biochemiker, Biophysiker  
 EINSTEIN, ALBERT, 1879 - 1955, Physiker, Naturforscher  
 EINTHOVEN, WILLEM, 1860 - 1927, Mediziner, Physiologe



ELIE DE BEAUMONT, JEAN, 1798 - 1874, Geologe  
 EMBDEN, GUSTAV, 1874 - 1933  
 ENGLER, ADOLF, 1844 - 1930, Botaniker  
 ERLANGER, JOSEPH, 1874 - 1965, Physiologe  
 ESCHER VON DER LINTH, ARNOLD, 1807 - 1872, Alpen-Geologe  
 ESCHERICH, KARL, 1871 - 1954, (Forst-) Entomologe  
 FABRE, JEAN HENRI, 1823 - 1915, Entomologe  
 FARADAY, MICHAEL, 1791 - 1867, Physiker  
 FAST, HOWARD, 1914 - 2003, Dichter  
 FERBER, JOHANN JAKOB, 1743 - 1790  
 FEUCHTWANGER, LION, 1884 - 1968, Dichter  
 FICK, ADOLF, 1829 - 1901, Physiologe  
 FINLAY Y DE BARRÈS, CARLOS JUAN, 1833 - 1915, Mediziner  
 FINSCH, OTTO, 1839 - 1917, Zoologe  
 FISCHER, HANS, 1881 - 1945, Chemiker  
 FITTING, HANS, 1877 - 1970, Botaniker  
 FLEISCHMANN, WILHELM, 1837 - 1920, Agrarwissenschaftler  
 FLEMING, ALEXANDER, 1881 - 1955, Mediziner  
 FLEMING, Sir JOHN AMBROSE, 1849 - 1945, Physiker  
 FLOREY, HOWARD WALTER, 1898 - 1968, Mediziner  
 FLÜGGE, SIEGFRIED, 1912 - 1997, Physiker  
 FONTENELLE, BERNARD LE BOVIER DE, 1657 - 1757  
 FOREL, FRANCOIS-ALPHONSE, 1841 - 1912, Seeforscher  
 FRANK, ALBERT BERNHARD, 1839 - 1900, Botaniker  
 FRAUNHOFER, JOSEPH, 1787 - 1826, Physiker/Optik  
 FREUD, SIGMUND, 1856 - 1939, Neurologe  
 FRISCH, OTTO ROBERT, 1904 - 1979, Physiker  
 FRÖHLICH, DAVID, 1595 - 1648, Geograph, Kalendermacher  
 FÜCHSEL, GEORG CHRISTIAN, 1722 - 1773, Arzt, (Amateur-) Geologe  
 GALISON, PETER LOUIS (= L.), geb. 1955, Physiker, Wissenschaftshistoriker  
 GALL, FRANZ JOSEPH, 1758 - 1828, Mediziner, Neurologe  
 GARROD, Sir ARCHIBALD E., 1857 - 1936, Mediziner  
 GASSER, HERBERT SPENCER, 1888 - 1963, Physiologe  
 GEGENBAUR, CARL, 1826 - 1903, Anatom  
 GERHARD (oder: GERHART ?), WILLIAM WOOD, 1809 - 1872  
 GERLACH, WALTHER, 1889 - 1979, Physiker  
 GESNER, KONRAD, 1516 - 1565, Naturforscher, u. a. Zoologe

GLAUBER, JOHANN RUDOLPH, 1604 - 1670, Chemiker  
GOEBEL, KARL Ritter von, 1855 - 1932, Botaniker  
GOLGI, CAMILLO, 1843 - 1926, Anatom, Neurohistologe  
GRADMANN, ROBERT, 1865 - 1950, Geograph  
GRALATH, DANIEL der Ältere, 1708 - 1767, u. a. Physiker  
GRESSLY, AMANZ, 1814 - 1865, Geologe  
GREW, NEHEMIAH, 1628 - 1711  
GROTJAHN, ALFRED, 1869 - 1931  
GRUBER, MAX von, 1853 - 1927  
GUERICKE, OTTO von, 1602 - 1686, Physiker, Naturforscher  
HAACKE, WILHELM, 1856 - 1912, Zoologe  
HABERLANDT, GOTTLIEB, 1854 - 1945, Botaniker  
HABERLANDT, LUDWIG, 1885 - 1932, Physiologe  
HAECKEL, ERNST, 1834 - 1919, Evolutionsbiologe, Zoologe  
HADORN, ERNST, 1902 - 1976, Zoologe, Entwicklungsphysiologe  
HAIDINGER, WILHELM Ritter von, 1795 - 1871  
HALLER, ALBRECHT von, 1708 - 1777, Physiologe  
HALLEY, EDMOND, 1656 - 1742, Astronom  
HÄMMERLING, JOACHIM, 1901 - 1980, Biologe  
HANLE, WILHELM, 1901 - 1993, Physiker  
HARRISON, ROSS GRANVILLE, 1870 - 1959  
HAYWORTH, RITA, 1920 - 1984, USA-Schauspielerin  
HEIDER, KARL, 1856 - 1935, Zoologe  
HEINROTH, OSKAR, 1871 - 1945, Ornithologe  
HELMHOLTZ, HERMANN, 1821 - 1894, Physiologe, Physiker  
HELVETIUS, CLAUDE ADRIEN, 1715 - 1771  
HENKING, HERMANN PAUL AUGUST OTTO, 1858 - 1942, Zoologe  
HENLE, JACOB, 1809 - 1885, Mediziner  
HENSEN, CHRISTIAN ANDREAS VICTOR, 1835 - 1924, Meereszoologe  
HERBST, CURT ALFRED, 1866 - 1946, Zoologe  
HERING, EWALD, 1834 - 1918, Physiologe  
HERMANN, LUDIMAR, 1838 - 1914  
HERSCHEL, JOHN FREDERICK WILLIAM, 1792 - 1871, Astronom  
HERSCHEL, WILHELM (WILLIAM), 1738 - 1822  
HERTWIG, OSCAR, 1849 - 1922, Biologe  
HERTWIG, RICHARD, von (geadelt), 1850 - 1937, Biologe, Zoologe  
HESS, VICTOR, 1883 - 1964, Physiker

HEUSINGER, CARL FRIEDRICH von, 1792 - 1853, Pathologe  
HEVESY, GYÖRGY, 1885 - 1966, Chemiker  
HENKING, HERMANN, 1858 - 1942  
HERMITE, CHARLES, 1822 - 1901, Mathematiker  
HEUBEL, KARL GEORG ERNST, 1838 - 1912, Mediziner  
HIMPEL, KURT, 1912 - 1949, mehr Amateur in Erdgeschichte, Kosmologie  
HIRSCH, AUGUST, 1817 - 1894, Mediziner  
HIS, WILHELM, 1831 - 1904, Anatom  
HITTORF, JOHANN WILHELM, 1824 - 1914, Physiker  
HOBSBAWM , ERIC J. = JOHN ERNEST, 1917 - 2012.  
HOFFMANN, FRIEDRICH, 1797 - 1836, Geologe  
HOFFMANN-OSTENHOF, OTTO, 1914 - 1992  
HOLST, ERICH VON, 1908 - 1962, Zoologe  
HUME, DAVID, 1711 - 1776, Philosoph  
HUME-ROTHERY, WILLIAM, 1899 - 1968, Metallurg  
HUMBOLDT, ALEXANDER von, 1769 - 1859, Naturforscher  
HUTTON, JAMES, 1726 - 1797, Geologe  
HUXLEY, JULIAN SORELL, 1887 - 1975, Biologe  
INGENHOUSZ, JAN, 1730 - 1799, Mediziner, Botaniker  
INGRAM, VERNON M., = MARTIN, 1924, . 2006, Biochemiker  
IRMISCH, JOHANN FRUEDRICH THILO, 1816 - 1879, Botaniker  
ITANO, HARVEY AKIO, 1920 - 2019, Biochemiker  
JAMES, WILLIAM, 1842 - 1910, Psychologe  
JOLIOT - CURIE, FRÉDÉRIC, 1900 - 1958, Physiker  
JOLLY, PHILIPP von, 1809 - 1884, Physiker  
JOLY, JOHN, 1857 - 1933, Physiker, Geologe  
JONAS, HANS, 1903 - 1993, Philosoph  
KAMERLINGH ONNES, HEIKE, 1853 - 1926, Physiker  
KAMMERER, PAUL, 1880 - 1926, Biologe  
KELVIN = THOMSON, WILLIAM, 1. Baron Kelvin, 1824 - 1902, Physiker  
KENDREW, JOHN COWDERY, , 1917 - 1997, Chemiker, Kristallograph  
KILIANI, HEINRICH, 1855 - 1945, Chemiker  
KIRCHHOFF, GUSTAV ROBERT, 1824 - 1887, Physiker  
KITTLER, ERASMUS, 1882 - 1929, Elektrotechniker  
KJELDAL, JOHAN, 1849 - 1900, Chemiker  
KLEBS, EDWIN, 1834 - 1913, Mediziner,  
KLEBS, GEORG, 1857 - 1918, Botaniker

KLEINE, FRIEDRICH KARL, 1869 - 1951, Mediziner  
KLEIST, BERND HEINRICH WILHELM VON, 1777 - 1811, Dichter  
KNIPPING, PAUL, 1883 - 1935, Physiker  
KOCHER, THEODOR, 1841 - 1917, Mediziner  
KOEHLER, OTTO, 1889 - 1974, Zoologe  
KOHLENSCH, FRIEDRICH WILHELM GEORG, 1840 - 1910, Physiker  
KOKEN, ERNST HERMANN FRIEDRICH, 1907 von, 1860 - 1912, Geologe  
KOLBE, HERMANN, 1818 - 1884, Chemiker  
KOELLIKER, ALBERT von, 1817 - 1905, Mediziner, Anatom, Histologe  
KORSCHKE, EUGEN, 1848 - 1946, Zoologe  
KOESTLER, ARTHUR, 1905 - 1983, Schriftsteller  
KRAEPELIN, EMIL, 1856 - 1926, Psychiater  
KREJCI-GRAF, KARL JULIUS EMIL, 1898 - 1986, Geologe  
KÜSTER, ERNST, 1874 - 1953, Botaniker  
KÜTZING, FRIEDRICH TRAUGOTT, 1807 - 1893, Botaniker, Algenforscher  
LAMARCK, JEAN BAPTISTE DE, 1744 - 1829, Naturforscher  
LANCISI, GIOVANNI MARIA, 1654 - 1720, Mediziner  
LANCEREAUX Mediziner  
LANDRIANIS, MARSILIO, 1751 - 1816, Mediziner  
LANGENBECK, KONRAD JOHANN MARTIN, 1776 - 1851, Mediziner  
LANGERHANS, PAUL, 1847 - 1888, Pathologe  
LANGLEY, JOHN NEWPORT, 1852 - 1925, Physiologe  
LANGEVIN, PAUL, 1872 - 1946, Physiker  
LAPIERRE Mediziner  
LAUBENHEIMER, AUGUST, 1848 - 1904, Chemiker  
LAUTERBORN, ROBERT, 1869 - 1952, Naturforscher, Biologe  
LAVERAN, ALPHONSE, 1845 - ,1922, Mediziner  
LAVOISIER, ANTOINE LAURENT DE, 1743 - 1794, u. a. Chemiker  
LAZEAR, JESSE WILLIAM, 1866 - 1900, Mediziner  
LEEUWENHOEK, ANTONI VAN, 1632 - 1723, Amateur-Naturforscher  
LEHMANN, JOHANN GOTTLIEB, 1719 - 1767, Bergbeamter, Geologe  
LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM, 1646 - 1716, Philosoph, Mathematiker  
LEMBERG, JOHANN, 1842 - 1902, Chemiker  
LEUCKART, RUDOLF, 1822 - 1898, Zoologe  
LEVERRIER, URBAIN, 1811 - 1877, Astronom  
LEWIS, GILBERT NEWTON, 1875 - 1946, Chemiker  
LEWONTIN, RICHARD CHARLES 'DICK', geb 1929

LIDFORSS, BENGT, 1868 - 1913, Botaniker  
 LIESEGANG, RAPHAEL EDUARD, 1869 - 1947, Physiker  
 LIND, JAMES, 1716 - 1794, Arzt, Mediziner  
 LINNÉ, CARL VON, 1707 - 1778, Botaniker, Zoologe u. a.  
 LOCKE, JOHN, 1632 - 1704, Philosoph, Politiker  
 LOMONOS(S)OW, MICHAEL WASSILJEWITSCH, 1711-1765, Naturforscher,  
     Dichter, Künstler  
 LORENZ, KONRAD, 1903 - 1989, Zoologe  
 LOVELL, Sir ALFRED CHARLES BERNARD, 1913 - 2012, Astronom  
 LUDWIG, CARL, 1816 - 1895, Physiologe  
 LUNIN, NIKOLAI IWANOWITSCH, 1854 . 1937, Physiologe, Ernährung  
 LUTHER, MARTIN, 1483 - 1546, religiöser Führer  
 LYSSENKO, TROFIM DENISSOWITSCH, 1898 - 1976. Agrarbiologe  
 MAHLER-WERFEL, ALMA MARIA, 1879 - 1964  
 MALLET, JOHN W.= WILLIAM,. 1832 - 1912, Chemiker Sohn von folg.  
 MALLET, ROBERT, 1810 - 1881, Ingenieur  
 MANGOLD, geb. PROESCHOLD, HILDE, 1898 - 1924. Biologin  
 MANNHEIM, KARL, 1893 - 1947, Soziologe  
 MARX, KARL, 1818 - 1883, Soziaistenführer, Ökonom  
 MATTHEW, PATRICK, 1790 - 1874, Agrikulturist, Forstmann  
 MATTHIAS, B. T., 20. Jh., Physiker/USA  
 MAXWELL, JAMES CLERK, 1831 - 1879, Physiker  
 MAYR, ERNST, 1904 - 2005, Evolutionsbiologe  
 McCLINTOCK, BARBARA, 1902 - 1982, Mais-Genetikerin  
 MC CLUNG, CLARENCE E., 1870 - 1946, Biologe  
 MENDEL, GREGOR JOHANN, 1822 - 1884  
 MENDELEJEV, DMITRI, Chemiker, 1834 - 1907  
 MEYEN, FRANZ JULIUS FERDINAND, 1804 - 1840, Botaniker  
 MEYER, JULIUS LOTHAR, 1830 - 1898, Chemiker  
 MEYER, VICTOR, 1848 - 1897, Chemiker  
 MEYERHOF, OTTO FRITZ, 1884 - 1951, Biochemiker  
 MICHAELIS, LEONOR, 1875 - 1949, Biochemiker  
 MIESCHER, FRIEDRICH, 1844 - 1895, Physiologe  
 MILANKOVITCH, MILUTIN, 1879 - 1958, Geophysiker, Mathematiker  
 MILL, JOHN STUART, 1806 - 1873, Philosoph  
 MILLER, STANLEY LLOYD, 1930 - 2007, Biologe, Chemiker  
 MINOT, GEORGE RICHARDS, 1885 - 1950, Mediziner

MITSCHERLICH, EILHARD, Chemiker, 1794 - 1863  
MITSCHURIN, IWAN WLADIMIROWITSCH, 1855 - 1935, Obstzüchter  
MÖBIUS, KARL AUGUST, 1825 - 1908, Zoologe, Ökologe  
MOHR, CARL FRIEDRICH, 1806 - 1879, Chemiker  
MOLESCHOTT, JACOB, 1822 - 1893, Physiologe  
MOMMSEN, THEODOR, 1817 - 1903, Historiker  
MONTFORT, CAMILL, 1890 - 1956, Botaniker  
MORGAGNI, GIOVANNI BATTISTA, 1682 - 1771, Anatom  
MORGAN, THOMAS HUNT, 1866 - 1945, Zoologe, Genetiker  
MORO, ANTONIO-LAZZARO, 1687 - 1764, Geologe  
MÜLLER, KARL ALEXANDER, geb. 1927, Physiker  
MÜLLER, JOHANNES, 1801 - 1858, Mediziner, Physiologe  
MURCHISON, RODERICK IMPEY Sir, 1792 - 1871, Geologe  
MURPHY, WILLIAM PARRY, 1892 - 1987, Mediziner  
NACHMANSOHN, DAVID, 1899 - 1983, Biochemiker  
NÄGELI, CARL WILHELM (von), 1817 - 1891, Botaniker  
NAUMANN, JOHANN FRIEDRICH, 1780 - 1857, Ornithologe  
NAUNYN, BERNHARD, 1839 - 1925, Mediziner  
NEUBERG, CARL, Biochemiker, 1877 - 1956  
NIETZSCHE, FRIEDRICH WILHELM, 1844 - 1900, Philosoph  
NÖLKE, FRIEDRICH, 1877 - 1947, Pädagoge, Astronom  
NOLL, FRITZ, 1858 - 1908, Botaniker  
OEHLKERS, FRIEDRICH, 1890 - 1971, Botaniker  
OHM, GEORG SIMON, 1769 - 1859, Pjysiker  
OKEN, LORENZ, 1779 - 1851, Zoologe, Biologe, Naturforscher  
ONNES, KAM(M)ERLINGH, 1853 - 1926, Physiker  
OERSTED, HANS CHRISTIAN, 1777 - 1851, Physiker  
OSIANDER, ANDREAS, 1498 - 1552, Theologe  
OSTWALD, WILHELM, 1853 - 1932, Chemiker  
PALLAS, PETER SIMON, 1741 - 1811, Naturforscher  
PANETH, FRIEDRICH ADOLF "Fritz", 1887 - 1958, Chemiker  
PANNEKOEK, ANTONIE, 1873 - 1960, Astronom  
PAPIN, DENIS, 1647 - 1710 (?), Konstrukteure  
PARNAS, JAKUB KAROL, 1884 - 1949, Biochemiker  
PASCAL, BLAISE, 1623 - 1662, Philosoph, Mathematiker  
PAULING, LINUS CARI, 1901 - 1994, Chemiker, Biochemiker  
PELLETIER, PIERRE-JOSEPH, 1788 - 1842, Chemiker, Pharmazeut

PERNAU, JOHANN FERDINAND ADAM, Graf von Rosenau, 1660 - 1731,  
Ornithologe

PERRAULT, CHARLES, 1628 - 1703, Schriftsteller

PERRIN, JEAN BAPTISTE, 1870 - 1942, Physiker

PERUTZ, MAX FERDINAND, 1914 - 2002, Chemiker, Kristallograph

PFEFFER, WILHELM, 1845 - 1920, Botaniker

PFLÜGER, EDUARD, 1829 - 1910, Physiologe

PLANCK, MAX, 1858 - 1947, Physiker

PLENCIĆ (PLENCIZ), MARCUS ANTONIUS, 1705 - 1786, Mediziner

POHL, ROBERT WIELAND, 1884 - 1976, Physiker

POINCARÉ, JULES HENRI, 1854 - 1912, Theoretischer Physiker,  
Wissenschaftstheoretiker

POLANYI, MICHAEL, 1891 - 1976, Physiker

POPPER, Mediziner

PRANTL, KARL/CARL ANTON EUGEN; 1849 - 1893, Botaniker

PREVOŠT, LOUIS-CONSTANT, 1787 - 1856, Geologe

PRIESTLEY, JOSEPH, 1733 - 1804, Chemiker

RABL, CARL, 1853 - 1917, Anatom

RAMAN, CHANDRASEKHARA VENKATA, 1888 - 1970, Physiker

RAMON Y CAJAL, SANTIAGO, 1852 - 1934, Anatom, Neurohistologe

RASPAIL, FRANCOIS VINCENT, 1794 - 1878, Naturforscher, Politiker

RAY, JOHN, 1627 - 1705, Zoologe, Botaniker

RAYLEIGH, JOHN WILLIAM STRUTT, 3. Baron R., 1842 - 1919, Physiker

REAGAN, RONALD WILSON; 1911 - 2004, 40. USA-Präsident

REED, WALTER, 1851 - 1902, Mediziner

REICHENBACH, KARL LUDWIG Freiherr von, 1788 - 1869

REICHERT, KARL BOGISLAUS, 1811 - 1883, Anatom

REINKE, JOHANNES, 1849 - 1931, Botaniker

RENNER, OTTO, 1883 - 1960, Botaniker

REVERDIN, JACQUES - LOUIS, 1842 - 1929

RIMPAU, THEODOR HERMANN, 1822 - 1889, Agrarwissenschaftler

RIMPAU, WILHELM, 1842 - 1903, Agrarwissenschaftler

RITTER, JOHANN WILHELM, 1776 - 1810, Physiker, Naturphilosoph

ROBINSON, ROBERT Sir, 1886 - 1975

ROCHON, ALEXIS - MARIE de, 1741 - 1817

ROSCOE, HENRY ENFIELD, 1833 - 1915, Chemiker

ROSS, RONALD, 1857 - 1932, Mediziner

ROUSSEAU, JEAN-JACQUES, 1712 - 1778, Philosoph  
ROUX, WILHELM, 1850 - 1924, Biologe  
ROWLAND, HENRY AUGUSTUS, 1848 - 1901, Physiker, USA  
RUFF, OTTO, 1871 - 1939, Chemiker  
RUMPF, HEINRICH THEODOR MARIA, Mediziner, 1851 -  
RUNGE, FRIEDLIEB FERDINAND, Chemiker, 1705 - 1867  
RYLE, MARTIN Sir, 1918 - 1984, Astronom  
SALK, JONAS, 1914 - 1995, Mediziner  
SACHAROW, ANDREI DMITRIJEWITSCH, 1921 - 1989  
SANGER, FREDERICK ('FRED'), geb. 1918, Biochemiker  
SAPPER, KARL, 1866 - 1945, Geologe, Vulkanforscher  
SARTON, GEORGE, 1884 - 1956, Wissenschaftshistoriker  
SAUERBRUCH, FERDINAND, 1875 - 1951, Chirurg  
SAUSSURE, HORACE BEBEDICT DE, 1740 - 1799, Geologe  
SCHATZ, GOTTFRIED, "JEFF", 1936 - 2015, Biochemiker  
SCHEELE, WILHELM, 1742 - 1786, Chemiker  
SCHELER, MAX, 1874 - 1928, Philosoph, auch Soziologe und Anthropologe  
SCHIMPER, A. F. WILHELM, 1856 - 1901, Botaniker  
SCHJELDERUP-EBBE, THORLEIF, 1894 - 1976, Zoologe, Ethnologe  
SCHMOLLER, GUSTAV, 1838 - 1917, Nationalökonom  
SCHNITZLER, ARTHUR, 1862 - 1931, Dichter, Dramatiker  
SCHÖNBEIN, CHRISTIAN FRIEDRICH, 1799 - 1868, Chemiker  
SCHRANK, FRANZ von PAULA, 1747 - 1835, Botaniker, Geograph  
SCHRÖDINGER, ERWIN, 1887 - 1961, Physiker  
SCHULTZ-LUPITZ, ALBERT, 1831 - 1899, Landwirt, Agrarforscher  
SCHUMPETER, JOSEPH A., 1883 - 1950, Soziologe, Ökonom  
SCHWANN, THEODOR, 1810 - 1882, Biologe  
SCOTT, ROBERT FALCON, 1868 - 1912, Polarforscher  
SEDGWICK, ADAM, 1785 - 1873, Geologe  
SEECK, OTTO, 1850 - 1921, Altertumshistoriker  
SEFSTRÖM, NILS GABRIEL, 1787 - 1845, Chemiker, Naturforscher  
SENEBIER, JEAN, 1742 - 1816, Botaniker  
SHEDD, JOHN A. = AUGUSTUS, 1859 - 1928, Gelehrter, Philosoph  
SIEBOLD, CARL THEODOR ERNST von, 1804 - 1885, Zoologe  
SITTE, PETER, 1929 - 2015, Zell-Biologe  
SOLLA-PRICE, DEREK DE, 1922 - 1983, Wissenschaftshistoriker  
SOMMER, LOUISE EMILIE, - 1884, Mutter von BRUNO H. BÜRCEL



- SPALLANZANI, LAZZARO, 1729 - 1799, Naturforscher  
 SPEMANN, HANS, 1869 - 1941, Zoologe/Entwicklungsphysiologe  
 SPENGLER, JOHANN WILHELM, 1852 - 1921, Zoologe  
 SPRENGEL, CHRISTIAN KONRAD, 1750 - 1816, Botaniker  
 SPRENGEL, HERMANN JOSEPH PHILIPP, 1834 - 1906, Konstrukteur  
 STAHL, GEORG ERNST, 1659 - 1734, Mediziner, Chemiker  
 STAS, JEAN-SERVAIS, 1813 - 1891, Chemiker  
 STAUDINGER, HERMANN, 1881 - 1965, Chemiker  
 STEENBECK, MAX, 1904 - 1981, Physiker  
 STEENSTRUP, J., 1813 - 1897, Zoologe  
 STEINBERG, CHARLIE, 20. Jh., Genetiker  
 STERN, CURT, 1902 - 1981, Genetiker  
 STERNBERG, KASPAR MARIA Graf VON STERNBERG, 1761 - 1838, u. a..  
     Paläobotaniker  
 STEVENS, NETTIE MARIA, 1861 - 1912, Genetiker  
 STÖHR, PHILIPP sr., 1849 - 1911, Histologe  
 STROMEYER, GEORG FRIEDRICH LOUIS, 1804 - 1876, Chirurg  
 STURTEVANT, ALFRED HENRY, 1891 - , 1970. Genetiker  
 SULLOWAY, FRANK J, = JAMES, geb. 1947, Psychologe  
 SUMNER, JAMES BATCHELLER, 1887 - 1955, Biochemiker  
 SWIFT, JONATHAN, 1667 - 1745, irisch-englischer Schriftsteller  
 SYDENHAM, THOMAS, 1624 - 1689, Mediziner  
 TAINE, HIPPOLYTE, 1828 - 1893  
 TANSLEY, Sir ARTHUR, 1871 - 1955, Botaniker, Ökologe  
 TASMAN, ABEL JANSZON, † 1659, niederländischer Seefahrer  
 TELLER, EDWARD, 1908 - 2003, Kernphysiker  
 THALER, HERIBERT, 1918 - 2010, Mediziner, Wissenschaftsphilosoph  
 THIENEMANN, AUGUST, 1882 - 1960, Biologe, Limnologe  
 THOMSON, WILLIAM s KELVIN  
 TINBERGEN, NIKOLAAS, 1907 - 1988, Biologe, Ethologe  
 TISCHLER, GEORG, 1878 - 1959, Botaniker  
 TÖLTÉNYI, STANISLAUS, 1795 - 1852, Mediziner  
 TONEGAWA, SUSUMU, geb. 1939, Biochemiker, Immunologe  
 TRENDLENBURG, WILHELM GUSTAV ADOLF, 1844 - 1941, u. a..  
     Archäologe, Gymnasiallehrer  
 TURGOT, ANNE-ROBERT-JACQUES, 1727 - 1781, Staatsmann, Ökonom  
 TYNDALL, JOHN, 1820 - 1893, Physiker, Naturforscher

UNSÖLD, ALBRECHT OTTO JOHANNES, 1905 - 1995, Astrophysiker  
 UNVERDORBEN, OTTO, 1806 - 1879, Chemiker  
 UREY, HAROLD, C. = CLAYTON, 1893 - 1981, Chemiker  
 VAHINGER, HANS, 1852 - , 1933, Philosoph  
 VALLISNERI, ANTONIO, 1661 - 1730, italienische Naturforscher  
 VAN'T HOFF, HENRICUS, 1850 - 1911, Chemiker  
 VAVILOV (WAWILOW), NIKOLAJ IVANOVIC~, 1887 - 1943  
 VERSCHUER, O., 1896 - 1969, Humangenetiker  
 VERWORN, MAX, 1863 - 1921, Physiologe, auch Philosoph  
 VIETINGHOFF, ARNOLD Freiherr VON, 1895 - 1962, u. a. Ornithologe  
 VÖCHTING, HERMANN, 1847 - 1917, Botaniker  
 VOGEL, HERMANN WILHELM, 1834 - 1898, Chemiker  
 VOGELSANG, HERMANN., 1838 - 1874, Mineraloge und Geologe  
 VOGT, CARL, 1817 - 1895, Zoologe u. a.  
 VOIGT, LENE, 1891 - 1962, spöttische Mundartdichterin  
 VOIT, CARL von, 1831 – 1908, Physiologe  
 VOLTA, ALESSANDRO, 1745 - 1827, Physiker, Chemiker  
 WALDEN, PAUL, 1863 - 1957, Chemiker Chemiehistoriker  
 WALDEYER, HEINRICH WILHELM, ab 1916 VON WALDEYER-HARTZ,  
 1838 - 1921  
 WALLACE, ALFRED RUSSEL, 1823 - 1913, Biologe  
 WANGERIN, WALTHER LEONHARD, 1884 - 1938, Botaniker  
 WATERHOUSE, JAMES, 1842 - 1922, Armeeeoffizier und Fotograf in Indien  
 WATSON, JAMES D. (DEWEY), geb. 1928, Biologe  
 WAY, JAMES THOMAS, 1821 . 1884, Agrarwissenschaftler  
 WEBER, ALFRED, 1868 - 1958, Nationalökonom  
 WEBER, CARL ALBERT, 1856 - 1931, Grünland- und Moorforscher  
 WEBER, CARL OTTO, Chemiker  
 WEBER, ERNST HEINRICH, 1795 - 1878, Mediziner  
 WEBER, WILHELM EDUARD, 1804 - 1891, Mediziner  
 WEGENER, ALFRED, 1880 - 1930, Geograph, Geophysiker  
 WEGMANN, EUGENE., 1896 - 1982, Geologe  
 WEHLER, HANS-ULRICH, 1931 - 2014, Historiker  
 WEIGERT, CARL, 1845 - 1904, Mediziner  
 WEISMANN, AUGUST, 1834 - 1914, Zoologe  
 WEISSKOPF, VICTOR, 1908 - 2002Physiker,

WEIZMANN, CHAIM, 1874 - 1952, Chemiker, erster Präsident des Staates  
Israel  
WELLS, WILLIAM CHARLES, 1857 - 1817, Mediziner  
WERNER, ABRAHAM GOTTLOB, 1749 - 1817, Mineraloge, Geologe  
WERNER, ALFRED, 1866 - 1919, Chemiker  
WHIPPLE, GEORGE HOYT, 1878 - 1976, Mediziner  
WHITEHEAD, ALFRED NORTH, 1861 - 1947, Logiker  
WICKLER, WOLFGANG, geb. 1931, Verhaltensforscher  
WIEDEMANN, GUSTAV HEINRICH, 1826 - 1899, Physiker  
WIKSTRÖM, ANDREAS, 18. Jh., Mathematikler, Schweden  
WILLSTÄTTER, RICHARD, 1872 - 1942, organischer Chemiker  
WILSON, EDMUND BEECHER, 1856 - 1939, Biologe  
WILSON, EDWARD O. = OSBORNE, geb. 1929, Zoologe, Biologe  
WINDAUS, ADOLF OTTO REINHOLD, 1876 - 1959, organischer Chemiker  
WINDELBAND, WILHELM, 1848 - 1915, Philosoph  
WISLICENUS, JOHANNES, organischer Chemiker, 1835 - 1902  
WÖHLER, FRIEDRICH, 1800 - 1882, Chemiker  
WOLFF, CHRISTIAN , seit 1745 von, 1679 - 1754, Enzyklopäde, a. Physiker,  
ZILSEL, EDGAR, 1901 - 1944, Wissenschaftsphilosoph  
ZIMMER, ERNST, 1887 - 1965/1968, Physiker  
ZINTL, EDUARD, 1898 - 1941, Chemiker  
ZÖLLNER, FRIEDRICH, Astronom, Astrophysiker, 1834 - 1882

ZIRNSTEIN