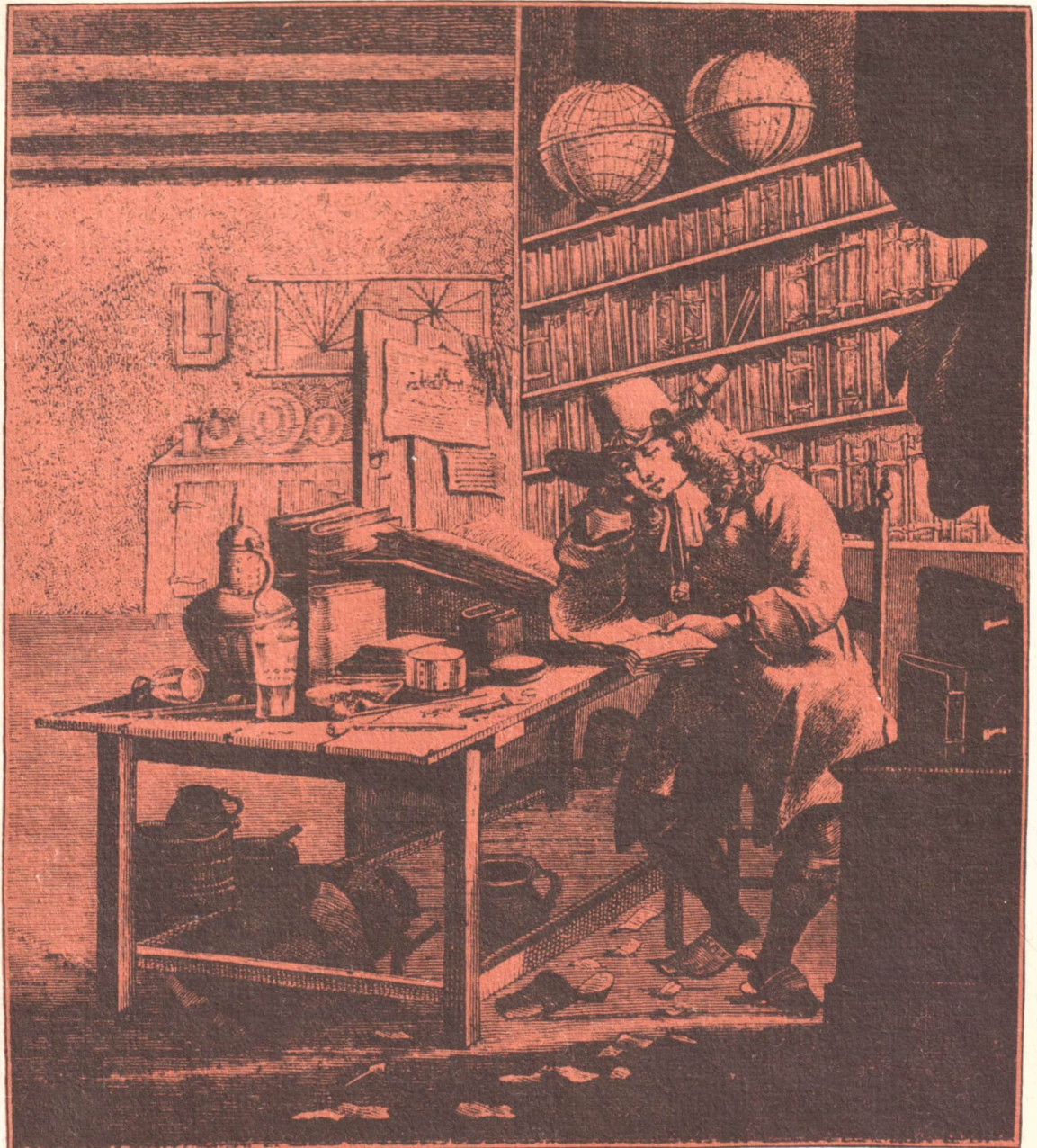


Vom Faustkeil zum Röntgenstrahl

István Benedek





SAMUEL LIBER BARO DE PUFFENDORF
SERENIS. ET POTENT ELECTORIS BRAN
DENBURGICI CONSILIARIUS INTIMUS .

Josephus Montebey, sculpsit

SAMUELIS PUFENDORFII
^{DE}
JURE NATURÆ
^{ET}
GENTIUM
LIBRI OCTO,
CUM ANNOTATIS
JOANNIS NICOLAI HERTII,
facti.
EDITIO NOVA

à mendis diligentissimè repurgata.

*Cum Gratia & Privilegio Sacrae Cæsareæ Majestatis,
& Potentiss. Regis Poloniae & Electoris Saxoniae.*



FRANCOFURTI AD MOENUM.
Sumptibus FRIDERICI KNOCHII & FILII
Typis DIETERICI CÆSARIS MULLERI.
ANNO M. DCC. XVI.

István Benedek

Vom Faustkeil zum Röntgenstrahl

Streifzüge durch die Geschichte der Naturwissenschaften

Verlag Neues Leben Berlin

Titel der ungarischen Originalausgabe: „A tudás útja“
Erschienen im Verlag Gondolat Budapest

Ins Deutsche übertragen von Andreas Borosch
Für die deutsche Ausgabe gekürzt

© Dr. István Benedek, 1972
Für die deutsche Übersetzung und das Nachwort
© Verlag Neues Leben, Berlin 1982

Das Vermächtnis des Altertums

Zur Zeit unserer Väter beherrschten viele Latein und Griechisch. Im Grunde genommen ist das merkwürdig, wenn man berücksichtigt, daß selbst die jüngeren dieser *toten Sprachen* bereits vor zweitausend Jahren ihre Blütezeit erlebt hatten. Doch die griechische Kultur geriet selbst nach dem Niedergang des Römischen Reiches nicht in Vergessenheit, sie blieb sogar im Laufe der darauffolgenden eintausendfünfhundert Jahre der Grundpfeiler für Bildung und Kultur. Auch unsere heutige Kultur ist vom Vermächtnis der Antike durchwoben, ganz abgesehen davon, daß unsere Sprache — die Wissenschaftssprache und ebenso die Umgangssprache — enge Bindungen zur lateinischen Sprache hat.

Mein Philosophielehrer an der Mittelschule veranschaulichte diesen Zusammenhang durch ein plastisches Beispiel: Die Kultur ist wie ein lebender Baum, seine Wurzeln ziehen das nährhafte Naß aus der griechisch-römischen Kultur, schwächling erhebt sich der Stamm über das Mittelalter, in der Renaissance treibt er Äste, in der Neuzeit bildet sich volles Laubwerk mit Blättern, und in der neuesten Zeit trägt er frische Blüten und Früchte. So wie der Baum ohne Wurzeln kein Laub treiben und keine Früchte bringen kann, kann auch die europäische Kultur ohne Kenntnisse über die griechisch-römische Zeit nicht verstanden werden.

Ein wahrlich bezeichnender Vergleich, obwohl er die Wirklichkeit ein wenig vereinfacht, weil beispielsweise die Wurzeln durchaus nicht nur aus der griechisch-römischen Kultur ihr fruchtbares Naß ziehen. Die neuesten Forschungsergebnisse bezeugen, daß die Saugwurzeln außerordentlich weit verzweigt sind. Die Ägypter, Babylonier, Phönizier und Juden hatten bereits lange vor den Griechen eine sehr hohe Kultur, ganz abgesehen von den asiatischen, afrikanischen und amerikanischen Kulturgebieten, die im Altertum keine Verbindungen zum Mittelmeerraum hatten und später in eine Wechselwirkung zur europäischen Kultur gerieten. Und die dünnen Saugwurzeln reichen noch tiefer, weit in vorgeschichtliche Zeiten, worüber wir keine schriftli-

chen Aufzeichnungen besitzen, doch das Innere der Erde bewahrte uns Spuren, die davon zeugen, daß es bereits damals eine Kultur gab: eine primitive Kultur.

Frühe Kultur gleich primitive Kultur?

Mit der Bezeichnung primitiv sollte man aber sehr vorsichtig sein und zweckmäßigerweise dafür vielleicht anfänglich oder einfach sagen. Der Mensch neigt nämlich dazu, alles, was alt ist, als primitiv zu bezeichnen. Dies trifft lediglich zu, wenn es sich beim Alten um *sehr* Altes handelt. Doch vor fünftausend Jahren — was ja schon wirklich lange her ist — gab es zum Beispiel bereits solche entwickelten Kulturen, die man in keiner Weise als primitiv bezeichnen kann. Andererseits treffen wir innerhalb der entwickelten Kulturen oft auf primitive Erscheinungen, und selbst in der neuesten Zeit leben noch vereinzelte „Naturvölker“, deren Kultur — natürlicherweise — ebenso primitiv ist, als lebten sie noch in der Steinzeit. Tatsächlich leben sie noch darin, in ihrer Steinzeit, die für uns bereits das Atomzeitalter ist.

Die Wissenschaft zieht aus den verbliebenen Überresten des Steinzeitalters großen Nutzen. Der Boden bewahrt zwar die primitiven Waffen, Gebrauchsgegenstände und den Schmuck der Vorzeitmenschen, doch ihre Gedanken und Gewohnheiten verrät er uns nicht; auf diese können wir aus der Denkweise der heute lebenden Naturvölker schließen. Gewissermaßen auch aus den „kultischen“ Denkmälern: den vorzeitlichen Altären, den Bestattungsbräuchen und den an Felswänden gemalten Jagdszenen und Symbolen.

Mit der Bezeichnung primitiv sollte man vor allem deshalb äußerst vorsichtig sein, weil mitunter die Kunstgeschichte dazu neigt, beispielsweise die Kunst des Zeitalters, in der Giotto gelebt hatte, als primitiv zu bezeichnen, während die in den Felshöhlen von Altamira oder Lascaux vorgefundenen vorgeschichtlichen „modernen“ Wandmalereien keinesfalls als primitiv anzusehen sind, obwohl es sich zweifellos um Schöpfungen primitiv denkender Menschen aus primitiven Zeiten handelt. Andererseits: Die magischen Ansichten des Altertums und insbesondere die mystischen des Mittelalters sind äußerst verworrene — übertrieben verworrene — Produkte von Denkprozessen, die in keiner Weise primitiv waren. Was sich jedoch aus dieser

verworrenen Ansicht im Leben des Menschen niederschlägt, ist primitiv und hat ein Niveau, das den Aberglauben nicht überwindet und demnach eine primitive Verhaltensweise bedeutet.

Die Entstehung der Götter

Unsere Vorfahren lebten in der Urgemeinschaft in Sippen vereint und in Stammesgemeinschaften organisiert, ganz und gar als Kinder der Natur. Für sie war der für das Dasein erforderliche Kampf ein unmittelbares Gebot, ein bedingungsloses Naturgesetz. Dies und die Natur selbst, in der sie lebten, bestimmte deshalb in erster Linie ihr Denken. Die Jagd und das Sammeln — die älteste und undifferenzierteste Lebensform — waren mit ständigen Streifzügen verbunden, was kaum Möglichkeiten zur Zivilisation bot: Unsere Vorfahren verfügten weder über einen ständigen Wohnsitz noch über eine Produktion, Bekleidung hatten sie kaum, das „Gewerbe“ beschränkte sich auf die Herstellung weniger, sehr einfacher Werkzeuge und Waffen: Schaber, Schneiden (aus Obsidianen gespaltene scharfe Steine), Speere,

Der Faustkeil
war eines der einfachen
Werkzeuge
unserer Vorfahren



Keulen, Faustkeile, Steinäxte, aus Knochensplittern geschliffene Nadeln und ähnliches. Bestimmte Zeichen deuten jedoch darauf hin, daß sich in dieser Zeit mancherorts eine Art von „Kult“ entfaltet hatte. Die in tiefen Höhlen sorgfältig aufeinandergelegten Steine und die auf diesen Altären aufgeschichteten Höhlenbärenschädel lassen vermuten, daß hier primitive religiöse Zeremonien abgehalten wurden: Zur Bezwingung ihres Hauptfeindes, des Höhlenbären, vollführten unsere Vorfahren feierliche Zeremonien, vielleicht veranstalteten sie Kampftänze, johlten, ihre Speere stoßend, und „bezwangen“ in dieser Weise ihre Widersacher; oder sie erbaten die Hilfe irgendeines Geistes, daß er in der Jagd oder im Kampf ihre Waffen zum Siege führe. Andernorts hingegen zeugen in Hockstellung bestattete Skelette davon, daß die Bewohner dieser Gebiete an Geister glaubten und befürchteten, daß die Seele der Verstorbenen zurückkehrt, deshalb fesselten sie ihre Toten, bevor sie bestattet wurden.

Zeugen davon . . . , nein, von einer Zeugenschaft kann keine Rede sein. Hierbei handelt es sich um ungewisse Vermutungen, die hauptsächlich in Kenntnis der abergläubischen Kulthandlungen der heute lebenden Naturvölker von der Wissenschaft angestellt wurden. In Wirklichkeit wissen wir überhaupt nicht, was unsere Vorfahren dachten, woran sie glaubten, ob sie rituale Tänze vollführten, Opfer darbrachten, und wenn ja, wem und wofür? Daß sie anfänglich an irgendeinen Gott glaubten, dafür gibt es keine Spur. Die Philosophen stimmen seit jeher überein, daß „die Götter aus Furcht entstanden sind“ beziehungsweise die Existenzunsicherheit — genauer ausgedrückt: *die bewußte Erkenntnis des Todes* — die Religiosität hervorgebracht habe. Darin drückt sich gleichzeitig ein Schritt der Menschwerdung aus, ein prinzipieller Unterschied zwischen Mensch und Tier: Das Tier fürchtet um sein Leben, der Mensch fürchtet sich vor dem Tod. (Ich sagte prinzipieller Unterschied; denn es gibt auch ebenso einen entscheidenden praktischen Unterschied: Das Tier drückt bestimmte Empfindungen durch unveränderliche Laute aus, der Mensch hingegen seine Gedanken durch veränderliche Laute — durch die Sprache.)

Daß die Götter aus Furcht geboren wurden, darin sind sich alle aufgeklärten Menschen einig. Entsprechend einer verallgemeinerten Meinung mußten die unerklärlichen Schrecken der Natur den Menschen gläubig machen: der Donner, der Blitz, plötzlicher Sturm, der Ausbruch von Vulkanen, Hagelschlag und ähnliches. So entstand der pantheistische Götterglaube: Der Mensch stattete die Natur mit gu-

ten und bösen Geistern aus, er fürchtete sich vor dem Gott des Donners, er verehrte den Gott der guten Jagdbeute und so weiter.

Die Naturmenschen standen aber in derart vertrauten Beziehungen zur Natur, daß sie sich vor Donner und Blitz sicherlich kaum erschreckten. Es ist viel wahrscheinlicher, daß der Tod selbst Ursache der Furcht des Naturmenschen war, eine rätselhafte Erscheinung, der er unter dem Schutz einer höheren Macht zu entrinnen versuchte.

Der Homo sapiens

Das Leben in Gemeinschaften, das Herausbilden der Sprache, das Herstellen von Werkzeugen, das Entdecken des Feuers — das sind die ersten großen Errungenschaften der Vorzeit, die erste Stufe der Menschwerdung. Der genaue Zeitpunkt ist bei keiner dieser Errungenschaften bekannt, es gab sie bereits vor einhalb Millionen Jahren. (Der in Vértesszölös unlängst aufgefundene vierhundertfünfzigtausend Jahre alte Vorfahre war bereits ein *Homo faber*, ein Mensch, der Werkzeuge herstellen konnte: Er spaltete kleine Schneidwerkzeuge aus Felssteinen, wärmte sich am Feuer, vielleicht briet er auch das Fleisch der erlegten Tiere; er sog das rohe Mark aus den Knochen seiner besiegten Feinde — nach der Meinung unserer Wissenschaftler wahrscheinlich nicht, um seinen Hunger zu stillen, sondern um sich die Kraft seines Gegners einzuverleiben — doch wer weiß es?)

Der wirklich denkende Mensch, der *Homo sapiens*, erschien dagegen auf unserem Kontinent erst mit der Cromagnonrasse. Woher er kam, wie er so plötzlich „klug“ wurde, liegt noch im Dunkel. Tatsache ist, daß er in Dörfern wohnte, gruppenweise und organisiert jagte, Fallen aufstellte, Lederbekleidung trug, sich mit Gegenständen schmückte, aus Holz, Knochen, Geweihen und Steinen praktische Instrumente, nützliche Werkzeuge und ausgeklügelte Waffen anfertigte, seine Toten feierlich bestattete, kleine Skulpturen schnitzte, an seinen Instrumenten mit geschickter Hand Verzierungen anbrachte, die Wände der Felsenhöhlen mit merkwürdigen Zeichnungen und Maleien ausstattete. Dieser Mensch hatte mithin, vor etwa fünfzehntausend Jahren, im Sinne der heutigen Wortbedeutung bereits eine ausgeprägte Kultur. Und binnen kurzer Zeit verfügte er auch über eine Agrarkultur: Der Mensch der jüngeren Steinzeit baute Getreide an,



Ein fast 500 000 Jahre alter Schädel eines
Homo habilis, aufgefunden in Vértesszőlös (Ungarn)

mahlte die Körner, buk Brot, züchtete Tiere, hielt sich Hunde, Schweine und Rinder, er konnte Stoffe weben und aus Ton Gefäße formen, er siedelte sich in Dörfern an und baute seine Wohnhütten aus Balken.

Altamira und die Höhlenmalereien

Die „Wiedergeburt“ des Cromagnonurahmens erfolgte gerade vor einem Jahrhundert: Der erste Schädel eines Cromagnonmenschen wurde im Jahre 1868 von Lartet in Südfrankreich entdeckt. Etwas

später stieß auf der anderen Seite der Pyrenäen, auf der lieblichen Altamira-Anhöhe, der Rechtsanwalt Sautuola auf eine Höhle, in welcher er vorgeschichtliche Wandmalereien fand.

Es lohnt sich, diese Entdeckung zu schildern.

In der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts hatten fortschrittlich gesinnte Fossilienforscher sich bereits der Darwinschen Lehre angenommen. Sie waren deshalb nicht erstaunt, auf urmenschliche Spuren zu stoßen. Es stimmt zwar, daß das erste Skelett eines Neandertalers, das im Jahre 1856 von Karl Fuhlrott bei Düsseldorf entdeckt wurde, nicht als authentischer Urmensch anerkannt worden war, sondern erst ein halbes Jahrhundert später. Es wurden aber schon damals an mehreren Orten — hauptsächlich in Frankreich — Werkzeuge, Waffen, Schmuckgegenstände und sonstige Überreste gefunden, die zweifellos von irgendwelchen Urmenschen abstammen mußten. Als der spanische Rechtsanwalt Don Marcelino de Sautuola, der sich autodidaktisch zum Prähistoriker entwickelt hatte, über die aufsehererregenden Wandmalereien der Höhlen von Altamira berichtete, nahm er zu Recht an, daß sein Bericht mit der gleichen Begeisterung aufgenommen würde, wie er ihn in seinem Enthusiasmus vortragen hatte.

Dies geschah jedoch nicht.

In wissenschaftlichen Kreisen herrschte die Ansicht vor, daß der geschichtliche Mensch zwar vorgeschichtliche Vorfahren habe, dabei könne es sich jedoch nur um halb affen-, halb menschenähnliche Lebewesen handeln, die nur zu allerprimitivsten Tätigkeiten fähig waren. Die Kunst — so nahmen sie an — habe in stilisierten und starren Ausdrucksformen ihren Anfang in Ägypten und Babylon gehabt, wonach dann später von den Griechen das Schönheitsideal verwirklicht wurde, das von der Ästhetik seither für unerreichbar gehalten wird; es sei deshalb völlig ausgeschlossen, daß vor den Griechen, Babyloniern und Ägyptern ein Künstler imstande gewesen wäre, in Bewegung befindliche Gestalten, lebensvolle Figuren, rasende und plötzlich innehaltende Büffel darzustellen, und zwar in einer künstlerischen Art, daß der Betrachter vor Verwunderung Mund und Augen aufreißt. Demzufolge sei Sautuola ein Scharlatan, oder man habe ihn beschwindelt, denn die Funde von Altamira seien gewöhnliche Fälschungen.

Solche und ähnliche Meinungen wurden nicht von unwissenden Dummköpfen geäußert, sondern von den hervorragendsten Fachleuten der damaligen Zeit, die von ihrem Fach tatsächlich etwas verstan-

den. Doch eines verstanden sie nicht, nämlich sich von den Fesseln ihrer eigenen Vorurteile zu befreien. Der bedauernswerte Sautuola starb im Jahre 1888 viel zu früh, um noch zu erleben, daß dieselben Wissenschaftler mit tiefem Bedauern die Wahrheit seiner Behauptungen anerkennen mußten.

Weitere Höhlen unserer Vorfahren

Im selben Jahr, im Jahre 1901, in dem man Fuhlrott und dem Neandertaler Urmenschen Gerechtigkeit widerfahren ließ, bekannten sich die Prähistoriker im Zusammenhang mit der Höhle von Altamira reumütig zu ihrem Irrtum. „In unseren jungen Jahren glaubten wir, wir wüßten alles“, schrieb der hervorragende Professor Cartailhac in seinem *Die Beichte eines Zweiflers* betitelten Geständnis, „doch diese Entdeckungen überzeugten uns, daß unser Wissenschaftszweig — ähnlich wie auch andere Gebiete — von der Geschichte diktiert wird. Er kann und darf niemals abgeschlossen werden, denn er weitet sich in einem fort aus und nimmt ununterbrochen, ohne Ende zu.“

Welche Entdeckungen hatten Cartailhac und seine gelehrten Kollegen überzeugt?

Das Gebiet, auf dem Sautuola seine Entdeckung machte, liegt im südwestlichen Teil Europas, dort, wo sich der Nacken unseres Kontinents zwischen Frankreich und Spanien verengt. Die Zeit, in der unsere Vorfahren dort lebten, fällt in die letzten Jahrtausende des Eiszeitalters, ungefähr vor fünfzehntausend Jahren. Die Vereisung veranlaßte Menschen und Tiere, in südlichere Gebiete mit einem angenehmeren Klima zu ziehen. Vielleicht war das Klima nirgendwo so günstig wie in Südfrankreich, in der heutigen Gegend von Bordeaux und Toulouse. Hier, in den dreißig Jahren, die zwischen der Entdeckung durch Sautuola und dem Eingeständnis Cartailhacs verstrichen waren, wurden entlang der Flüsse Garonne und Vézère Spuren von Urmenschen und hauptsächlich Höhlen mit Wandmalereien in einem solchen Ausmaße vorgefunden, daß man an der Wahrheit Sautuolas nicht mehr zweifeln konnte. Die Entdeckung fast jeder Höhle verlief genauso romanhaft wie die von Altamira: Unter den Entdeckern befanden sich Kinder, Lehrer, Pfarrer. Jäger, Fotografen und sogar Hunde, und die gelehrten Professoren mußten sich manchmal auf unglaubliche Abenteuer einlassen, doch die Ergebnisse lohnten die Be-

mühungen fast immer. In der Höhle von Les Combarelles hat beispielsweise der berühmte Abbé Breuil — einer der bekanntesten Erforscher vorgeschichtlicher Höhlenmalereien — Zeichnungen von 116 Pferden, 37 Büffeln, 19 Bären, 14 Rentieren, 13 Mammuten, 9 Steinböcken, 7 Rindern, 5 Hirschen, 3 Hirschkühen, 1 Damtier, 5 Löwen, 1 Fuchs, 1 Nashorn und 1 Schlange vorgefunden; ein großer Teil der Tiere — dies braucht vielleicht gar nicht erwähnt zu werden — ist in dieser Gegend schon längst ausgestorben, doch in der Eiszeit hielten sie sich noch hier auf. Kaum eine Woche darauf wurden in der benachbarten Font-de-Gaume-Höhle rund zweihundert Tierzeichnungen entdeckt. Dann folgten weitere Funde bei Montespan, in Perpignan, in der Trois-Frères-Höhle (die von drei Brüdern entdeckt wurde) und an anderen Orten. Wer vermag sie alle aufzuzählen? Schließlich gingen Abbé Breuil und Cartailhac auf die spanische Seite hinüber, um sich die unverdienterweise in Vergessenheit geratene Altamira-Höhle anzusehen. „Die Höhle von Altamira“, so schrieb Cartailhac von dort, „ist die schönste, ungewöhnlichste und interessanteste von allen, die mir bekannt sind.“ Er irrte jedoch, denn im Jahre 1940 stießen vier Burschen und ein Hund zufälligerweise auf die Höhle von Lascaux (gleichfalls im Tal der Vézère), die seither von der ganzen Welt bewundert wird: Einstweilen ist dies „die schönste, ungewöhnlichste und interessanteste“ unter den Höhlen — bis eine noch prachtvollere entdeckt wird.

Wie malten unsere Urahnen?

All dies betraf nur einen kleinen Flecken unserer Welt; seit Altamira wurden mancherlei glanzvolle Spuren der künstlerischen Neigungen unserer Urahnen gefunden. Insbesondere in Spanien und Nordafrika, und nicht mal in Höhlen verborgen, sondern gut sichtbar auf Felsen, im Freien.

Der Stil dieser Bilder, auch die Technik und Themenwahl sind anders als die der südfranzösischen. Die frankokantabrischen Künstler, wie die Maler des sich von Altamira bis Lascaux erstreckenden Gebietes genannt werden, stellten stets Tiere dar, einzeln oder in Gruppen, oft übereinander, doch die besondere Eigenart hervorhebend und in dunkelleuchtenden Farben gemalt. Jedem fällt beim ersten Anblick auf, wie „modern“ diese Bilder sind: Es wird das Wesentliche

dargestellt, die Bewegung oder der Ausdruck, die wichtigsten Merkmale sind beinahe in einer naturalistischen Präzision herausgearbeitet, während das übrige durch großartig skizzierte Linien angedeutet ist. Es ist eine sichere Linienführung und eine gründliche Ausbildung zu erkennen, und die verwendeten Farben sind auch nicht das Produkt eines Zufalls, sondern eine erprobte – vielleicht auch eine durch Experimente erzielte Mischung aus Blut, Fettstoffen, Harz, Ruß und gelbfarbenen Pflanzensäften. (Die genaue Zusammensetzung konnte bis jetzt noch nicht analysiert werden. Vergleichbar haltbare Farben können heute kaum hergestellt werden.) Kunsthistoriker vergleichen gern und zutreffend die frankokantabrische Kunst und die Art ihres Kolorits mit der modernen *impressionistischen Malerei* (mit etwas expressionistischem Einschlag); ein merkwürdiger Zufall, daß die Entdeckung der Bilder gerade in die Glanzepoche des Impressionismus fiel.



Felsmalerei aus der Höhle von Lascaux

Wenn es sich bei den französischen Höhlenmalereien um Schöpfungen des Urimpressionismus handelt, verdienen die spanischen und afrikanischen Arbeiten als *Urexpressionismus* bezeichnet zu werden. An Stelle der Farben fällt hier insbesondere die scharfe Linienführung auf. Dabei wird die Schärfe der Linien oft dadurch gesteigert, daß die Darstellungen in den Fels in der Art eines Negativreliefs eingemeißelt sind. Die stilisierten und grotesken Figuren strahlen primitive Anmut und ausdrucksvolle Kraft aus. Das Thema ist auch hier hauptsächlich die Jagd, jedoch nicht das gehetzte Wild, sondern der Jäger wird in den Mittelpunkt gestellt. Es scheint, als hätten jene Furcht, den Menschen darzustellen, während die anderen das mit Vorliebe tun: mit dem Pfeil schießend, hetzend, im Kriegsschmuck, sich im Kriegstanz drehend, in Tierfelle gekleidet oder inmitten dramatischer Szenen, wie sie ein gehetztes Rudel umzingeln oder mit dem angreifenden Wild im Kampf stehen.

Warum malte der Urmensch in Höhlen?

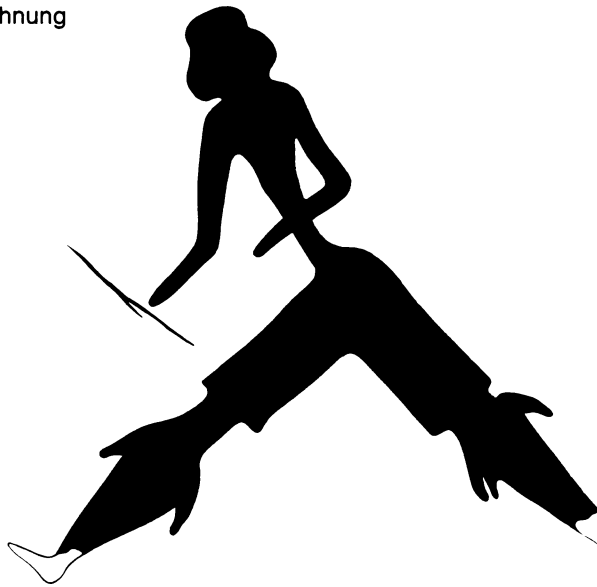
Diese künstlerischen Denkmäler sind fünfzehntausend bis achtzehntausend Jahre alt. Aus dieser Zeit blieben auch Skulpturen, Frauenakte und Männerköpfe erhalten, die eine bedeutend mäßigere Begabung ihrer Schöpfer aufweisen. Außerdem viel Ornamentik, auf Elefantenknochen, Hörnern oder Geweihen geschnitzte dekorative Zierelemente oder Jagdszenen, die einen großen künstlerischen Sinn und Geschmack verraten lassen.

Im Zusammenhang mit den Höhlenfunden haben die Forscher eine besonders überraschende Erkenntnis gewonnen: In den mit Wandmalereien ausgestatteten Höhlen haben die Urmenschen nie gewohnt. In bewohnten Höhlen sind nur Spuren ihres Alltagslebens und Küchenabfälle zu finden; in den ausgeschmückten Höhlen sind derartige Spuren nicht vorhanden. Hier haben lediglich Farben, Pinsel, Malgefäße und Meißel, also nur Malgeräte, die Zeiten überstanden.

Und diese Höhlen waren nicht nur unbewohnt, sondern auch finster und fast unzugänglich. In manche konnte man gerade noch hineinkriechen.

Verständlicherweise taucht in diesem Zusammenhang die Frage auf: Aus welchem Grund malte der Urmensch, und wenn er schon malte, weshalb dann an einer so verborgenen Stelle?

Vorgeschichtliche Felszeichnung
eines Jägers



Von Prähistorikern wird allgemein die Meinung vertreten, daß *der Urkünstler seine Werke nicht aus künstlerischen Motiven schuf, sondern daß magische Faktoren ausschlaggebend waren*; er war nicht bestrebt, Schönes zu schaffen, sondern zu zaubern. Die dargestellten Tiere – so nimmt man an – befähigten ihn dadurch, daß er sie malte, sich ihrer zu bemächtigen und sie bei der darauffolgenden Jagd zu bezwingen.

Die bei heute noch lebenden Naturvölkern gesammelten Erfahrungen bestärken diese Annahme. Trotzdem meine ich, daß dies stark übertrieben ist. Es ist zwar durchaus möglich, daß bei einzelnen Kunstwerken dem magischen Gesichtspunkt eine Bedeutung zukam und der Magier – Sippenführer, Zauberer, Wunderdoktor und Priester in einer Person – sein Maltalent in die Dienste der Zauberei stellte, doch seine Kunstschöpfung selbst ist ebensowenig das Produkt einer magischen Tätigkeit wie Michelangelos Sixtinische Kapelle. Die gesamte Kunst des Mittelalters und der Hälfte der Renaissance stand im Dienst der christlichen Magie, trotzdem fällt es niemandem ein, den Beweggrund der Künstler, *ihr ästhetisches Empfinden*, die Schaffensfreude an der Ausdrucksschönheit ihrer Werke in Zweifel zu ziehen. Wir haben deshalb keinen Grund, dies dem Urkünstler streitig zu machen.

Und weshalb hat er in der dunklen Höhle gemalt? Weil dies das Heiligtum, die Feierstätte, *das Museum* war. So wie sich die afrikanischen Künstler für einen emporragenden Felsen entschieden, war dies der gemeinsame Ort für Magie und Kunst, der Treffpunkt der Künstler; während in Afrika die benachbarten Felsen leerstehen, sind hier viele Kunstwerke aneinandergereiht, als stünden sie miteinander im Wettstreit. Eine solche Höhle oder ein solcher Fels war gleichzeitig eine Schule: Im Laufe der Jahrtausende lernten hier die Künstler voneinander und von ihren Vorfahren.

Mesopotamien

Kaum war die Menschheit aus ihrem „Säuglingsalter“ herausgetreten, das mit einem wenig schmeichelhaften Wort als Zeitalter der „Wilden“ bezeichnet wird, kaum hatte sie das gleichfalls nicht schmeichelhafte „barbarische“ Zeitalter durchschritten, begann sie bereits Reiche zu bilden.

Die Erklärung dafür ist, daß die landwirtschaftliche *Produktion* im Vergleich zu der vorangegangenen, einige hunderttausend Jahre anhaltenden Lebensweise der Fischer, Jäger und Sammler einen enormen Wandel mit sich brachte — selbst wenn sie uns unter heutigen Aspekten als primitiv erscheint. Sie förderte die Arbeitsteilung, die gesellschaftliche Differenzierung, die Selbsthaftwerdung und schließlich auch das Entstehen der städtischen Zivilisation. Städtische Lebensweise ist mit Gewerbe- und Bautätigkeit, mit künstlerischer Betätigung, ja sogar mit einer besonderen Lebensweise verbunden, was kaum noch als primitiv bezeichnet werden kann. Ich werde noch viele Beispiele dafür anführen, zur Veranschaulichung jetzt nur folgendes: Die Paläste, Tempel oder Königsgrabstätten der frühen Epochen sind solch imposante Bauten — und in keiner Weise primitiv —, daß sie seither nicht übertroffen werden konnten. Oder: die früheste gemeinsame Errungenschaft des Handwerks und der Kunst, die *Bronze* beziehungsweise das Legieren von Kupfer mit Zinn und Blei, woran sich recht bald die Verwendung von Silber und Gold anschloß; nun, die Meisterwerke der vor fünftausend Jahren angefertigten Goldschmiedearbeiten sind keineswegs primitiv, sie übertreffen sogar das, wozu dieses Fach heute fähig ist.

Vor fünf- bis sechstausend Jahren entstanden auf der ganzen Welt mächtige Reiche: in Persien, Ägypten, Indien, China, Mexiko, Peru, in Vorderasien und an vielen anderen Stellen. Von der Vielzahl der Reiche interessierten uns in erster Linie jene, die das Mittelländische Meer umgaben und Gestalter der *mediterranen Kultur* waren: Sumerer, Akkader, Babylonier und Ägypter.

Unsere Kultur entstand aus der mediterranen — der Mittelmeerkul-

tur. Die Wiege der mediterranen Kultur stand jedoch in Mesopotamien. Hier, in der sumpfigen Ebene zwischen dem Stromland des Euphrat und Tigris — und südlich der Flüsse —, finden wir, viertausend Jahre vor unserer Zeitrechnung, das sumerische Volk und dessen imposante Städte. Die Sumerer kamen von irgendwoher, wir wissen jedoch nicht, woher, sie waren plötzlich da.

Die Sumerer

Das sumerische Reich ist noch kein Reich im Sinne der späteren Wortbedeutung beziehungsweise keine unter einer zentralen militärischen Führung stehende Großmacht, sondern eher eine Vereinigung sich untereinander befehlender Stadtstaaten (wie das spätere Griechenland). Dabei handelt es sich keineswegs um kleine Städte: Einzelne waren von dreißigtausend bis fünfzigtausend Menschen bewohnt. Zu den berühmtesten Städten gehörten Uruk, Ur, Eridu und Lagasch. Das Zentrum der Stadt bildete eine Tempelburg (Zikkurat). Die hier wohnende Priesterschaft übte gleichzeitig die Regierungsgewalt des Stadtstaates aus. Die einfachen Wohnhäuser wurden aus Lehmziegeln und die öffentlichen Gebäude aus Backsteinen errichtet; zum Glück der Archäologen und der Nachwelt war es damals vielfach üblich, den Namen der Herrscher in die Ziegel einzudrücken — dadurch ist es möglich, nachträglich die genaue Zeit ihrer Errichtung zu bestimmen.

Ich habe selten ein so fesselndes und interessantes Buch wie den Bericht von Leonard *Woolley* über die *Ausgrabung der Stadt Ur* gelesen. Das Buch enthüllt die fünftausend Jahre alte sumerische Kultur — wie auch deren Verflechtung mit der akkadischen und babylonischen Kultur —, die im Schoße der Erde in erstaunlichen Einzelheiten aufbewahrt wurde. Vor uns breiten sich die Kleidung und alltäglichen Geräte der einfachen Leute aus, der pompöse Schmuck der Königsgräber, die prächtigen Gewänder der Hofdamen, ihr Goldgeschmeide, die mit Lapislazuli besetzten Golddolche, schachbrettähnliche Spiele, die mit Keilschrift eingekerbten Gefäße, silberne Boote und Harfen, naturgetreue Löwenhäupter aus Silber und Goldgefäße. All dies und vieles andere zeugt von einer hochentwickelten, beinahe aristokratisch-dekadenten Lebensweise. Die Gesichter der Hofdamen waren grün bemalt, ihr Mund rot, ihre Augenbrauen schwarz; sie

Statue eines sumerischen Statthalters
aus dem 22. Jahrhundert v. u. Z.



trugen üppige Perücken mit silbernen und goldenen Kunstblumen, um den Hals schwere Halsketten . . . Sie verstanden sich bereits vor fünftausend Jahren zu putzen. Sie verstanden aber auch einiges vom vornehmen barbarischen Sterben: In den Grabstätten der Könige liegt, um den Herrscher ausgebreitet, in Hoftracht gekleidet, der gesamte Hofstaat; vermutlich war es eine besondere Ehre, gemeinsam mit dem göttlichen Herrscher das Reich der Toten zu betreten.

„Vor kurzem glaubten wir noch“, so schreibt Woolley, „daß die ägyptische Kultur die älteste der Welt, die Urquelle sei, woraus die westlichen Länder zumindest ihre Inspirationen schöpften, woraus sie lernten. Doch dreitausendfünfhundert Jahre vor unserer Zeitrechnung war Ägypten noch ein barbarisches Land, es bestand aus kleinen Königreichen, die Menes, der Gründer der ersten Königsdynastie, noch nicht vereint hatte. Als die ägyptische Kultur ihren Anfang nahm, war der Beginn dieser Epoche durch Vorbilder und Ideen gekennzeichnet, die ihren Ursprung in einer früheren Zivilisation hatten, die im Euphrattal entstanden und erblüht war. Den Sumerern können wir vieles verdanken, ihr Einfluß macht sich nicht nur in der ägyptischen, sondern auch in der babylonischen, assyrischen, hebräischen

und phönizischen Kunst und Meinungsbildung bemerkbar. Somit schulden auch die Griechen diesem längst vergessenen Volk, den Wegbereitern des Fortschrittes der westlichen Völker, vieles.“

Epochemachende Erfindungen

Erstaunliche Worte, aber sie entsprechen der Wahrheit. Wir können es kaum ermessen, wieviel wir den Sumerern verdanken. Es handelt sich um verhältnismäßig einfache Dinge, doch die Zivilisation konnte sich fünftausend Jahre lang darauf stützen; beispielsweise der Verkehr und Transport. Früher — im Zeitalter der „Wilden“ — war es selbstverständlich, daß jeder zu Fuß ging, und wenn etwas zu befördern war, wurde das Gepäck auf die Schultern der Frauen geladen. Für die Bewohner der sumerischen Stadtstaaten genügte diese einfache Methode nicht mehr, sie mußten schwere Lasten über weite Entfernungen befördern. So legten sie die Lasten anstatt auf die Schultern der Frauen auf die Rücken der Ochsen oder Esel, viel später dann auch auf den der Kamele. Schließlich setzten sie sich selbst noch darauf, bis sie gewahr wurden, daß Haustiere mehr ziehen können als tragen, besonders dann, wenn sie vor leichtrollende Fahrzeuge gespannt sind. So erfanden sie das Rad, den Wagen. Und da sie meist an Flüssen lebten und das einfache Boot bereits kannten, nutzten sie den Wind aus: Sie erfanden das Segel.

Hierbei handelt es sich wahrhaftig um einfache Dinge — zumindest im Vergleich zum Zeitalter der Überschallflugzeuge und Mondraketen. Doch bedenken wir dabei: *Bis vor zweihundert Jahren waren fünftausend oder sechstausend Jahre lang die gleichen Methoden auf der ganzen Welt gebräuchlich*, und zwar der Pferdewagen, das Zugtier und das Segel. Erst seit der Benutzung von Lokomotiven und der Einführung von Dampfschiffen erweist sich die Methode der Sumerer als überholt — obwohl sie auch jetzt noch nicht ganz aus der Mode gekommen ist.

Eine ebenso fundamentale Erfindung war das Legieren von Metallen. Mit der praktischen Erfahrung, die man hie und da an aufgefundenem Kupfer gewinnen konnte, nämlich daß es in kaltem Zustand zu bearbeiten, zu formen ist, begann eigentlich die Erfindung. Sie fand ihre Fortsetzung im Erzbergbau, dem Erschmelzen von Erz und schließlich in der Entdeckung, daß durch Zugaben von Antimon, Ar-

sen, Blei, aber vor allem von Zinn eine Legierung erschmolzen werden kann, die widerstandsfähiger, haltbarer, formbarer und für kriegsrische und friedliche Zwecke besser geeignet ist als jedes natürliche Material. Die *Bronze* ist nicht nur die dominierende Metallegierung eines Zeitalters, sondern gleichzeitig der Ausdruck einer qualitativen Änderung im menschlichen Denken: An Stelle des einfachen Verbrauches natürlicher Stoffe trat die *Überlegung*, der Scharfsinn.

In den Flußbetten ist Ton in reichem Maß vorhanden. Daraus lassen sich leicht Tongefäße herstellen — im Hausgewerbe kann dies von jeder Hausfrau gemacht werden. Der Bedarf an Gefäßen war jedoch groß, so daß es die Frauen allein nicht schafften: Man erfand deshalb die Töpferscheibe, mit der man schönere, größere und mehr Gefäße herstellen konnte.

Auf feuchtem Boden gedeiht Gerste besonders gut. Sie bringt einen achtzigfachen Ertrag, insbesondere wenn Stalldung dem Boden beigemischt wird. Der Boden braucht nur mit einem Stockspaten umgegraben zu werden. Das war die Arbeit der Frauen. Doch damit konnte nur der Getreidebedarf der Hausgemeinschaft gedeckt werden, neuerdings mußten aber auch das „Haus der Götter“, die Priester, die Verwaltungsleute, die Beamten, Soldaten, die gesamte Hofaristokratie, kurz und gut, die stürmisch anwachsende unproduktive Bevölkerung der Stadt versorgt werden, und das schafften die Frauen mit dem Stockspaten nicht mehr. Es wurde der Holzpflug erfunden, der nicht von Menschen, sondern von Haustieren gezogen wurde. Er wird auch heute noch in vielen Gegenden benutzt; vor einigen hundert Jahren wurde er noch überall eingesetzt.

Kleine Hütten und Behausungen können aus Erde oder Lehm gestampft werden, imposante Gebäude jedoch nicht. Geeignete Steine und Holz zum Bauen gab es kaum in dieser Region. Es wurde deshalb das Brennen von Ziegeln und Kacheln erfunden — Verfahren, die auch heute noch angewandt werden.

Und das setzte sich so auf der ganzen Linie fort. Man kann ruhig sagen: in einem schwindelerregenden Tempo, wenn wir dabei berücksichtigen, wie viele hunderttausend Jahre zwischen dem Faustkeil und der Steinaxt vergangen waren. Jetzt aber reichten Hunderte von Jahren aus, um von der Steinaxt zum dahinjagenden Wagen zu gelangen, von Lehmhütten zu prachtvollen Palästen, von Halsketten aus Tierzähnen zu kunstvollem Goldschmuck, von primitiver Stammesorganisation zu staatlichen Verwaltungsapparaten. Diese Beispiele könnten nach Belieben fortgesetzt werden: an Stelle von

Tierfellen über den Schultern kostbare Gewebe, statt halbroher Fleischspeisen eine auserlesene Küche, statt einer naturgegebenen Säuberung eine ausgeklügelte Kosmetik. Dazu war allerdings ein organisierter *Handel* und *Import* erforderlich, denn die fruchtbare Flußniederung bot zwar vieles, doch das Streben nach Luxus verlangte mehr. Silber und Blei mußte vom Taurusgebirge herangeschafft werden, Kupfer vom Persischen Golf, Zinn aus Persien, Bauholz aus den nördlichen Waldgebieten und Steine vom Golf von Oman, Lapislazuli aus Afghanistan, Muschelschalen aus Vorderindien und so weiter und so fort.

All dies wurde von den Kaufleuten herbeigeschafft. Gleichzeitig gewannen diese aber auch viele Erfahrungen auf ihren weiten Reisen. Das ist aber noch nicht alles, wir haben den Sumerern noch mehr zu verdanken: die Rechen- und Schreibkunst, denn es mußte viel Handelsgut verwaltet und registriert werden. Dazu waren Maße erforderlich, die helfen sollten zu verhindern, sich gegenseitig zu betrügen. Man mußte die Stunde kennen, den Tag, den Kalender . . . Und all dies war den Sumerern bekannt.

Schließen wir die wenigen Jahrhunderte der großartigen Entdeckungen mit zwei Bemerkungen ab. Erstens: Dieses unerhörte Tempo der Entwicklung wiederholte sich erst nach fünftausend Jahren — merkwürdigerweise jetzt, in unseren Tagen. Zweitens: Die Sumerer haben, ungeachtet ihrer großartigen Tüchtigkeit, die Ämter und die Beamten erfunden (samt ihren Intrigen), ferner den Bürokratismus und die Protektion und außerdem die Ausbeutung und die Klassen-gegensätze. Und den Kriegswagen.

In der Tat, wir können ihnen alles verdanken.

Der Stand des Wissens vor fünftausend Jahren

Höhlenmalereien und Felszeichnungen können uns über die Begabung, den Geschmack, die Naturkunde, die Zauberei und über vieles andere eines Naturvolkes informieren, doch über sein *Denken* und *Wissen* verraten sie uns äußerst wenig. Um mit mehr oder weniger Gewißheit in die Gehirne unserer Vorfahren hineinzublicken, wären Mittel erforderlich, die nicht nur analoge Folgerungen und Wahrscheinlichkeiten zulassen, sondern ihre Gedanken auch in der ursprünglichen Form wiedergeben.

1	11	111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
10	10	10	10	10	10	10	10	10
100	100	100	100	100	100	100	100	100
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000

Ägyptische Zahlenhieroglyphen

Ein solches Mittel ist die *Schrift*.

Kultur gab es sicherlich bereits vor der Schrift; zweifellos auch Wissen. Mündliche Überlieferung reichte die Erfahrungen und Gedanken der Vorfahren, soweit dies möglich war, weiter. Als die Kenntnisse den Nachfahren durch *bleibende Zeichen* übermittelt werden konnten, bedeutete dies bereits eine qualitative Änderung.

Wo und wann entstand die Schrift? Wer hat sie erfunden? Das sind schwierige Fragen, denn man kann sie nicht beantworten. Die Schrift wurde nicht von einem Menschen und nicht an einem Ort erfunden, sondern die Notwendigkeit innerhalb der gesellschaftlichen Entwicklung brachte sie überall dort zustande, wo sich die Landwirtschaft, die Viehzucht, das Bauwesen, das Handwerk in seinen verschiedensten Formen entfaltete und dazu der nötige Kauf und die Lieferung von Material erforderlich waren — und wo sich aus den einfachen Familien, Stammesgruppen und Gemeinschaften Formen völkischer Einheit entwickelten und sich Umrisse einzelner *Reiche* im Rahmen eines Kastensystems oder sogar in einer immer mehr zunehmenden Klassengliederung abzeichneten.

Schreiben und Rechnen

Vor fünftausend Jahren — diese Zeitbestimmung wenden wir ein bißchen großzügig an: Fünfhundert Jahre früher oder später spielen dabei keine Rolle — waren zahlreiche Zentren und Reiche mit einem eigenen Schriftsystem entstanden. Die Perser hatten eine andere Schrift als die Chinesen, die Ägypter schrieben anders als die Babylo-

nier. Die in Mesopotamien lebenden Sumerer, Akkader, Babylonier und Assyrer erwiesen den Altertumsforschern dadurch einen riesengroßen Dienst, daß sie statt Papyrus, Pergament und Tinte Tontafeln und Schreibstifte benutzten. Sie drückten ihre Keilschriftzeichen in Ton ein und brannten die Tafeln anschließend in Brennöfen. Die Tafeln wurden dadurch zeitbeständig, man muß sie nur auffinden, das Geheimnis der Keilschrift enträtseln – und sie bleiben bis zum Ende aller Zeiten lesbar.

Das Enträtseln der Schriftzeichen des Altertums ist ein Roman für sich – ein Abenteuerroman in Folgen. Ich möchte hier nicht näher darauf eingehen. Soviel nur: Es gibt kein schwierigeres Rätsel als das Schriftsystem der alten – unbekannten – Sprachen. Die Entzifferung dieses Rätsels gereicht dem menschlichen Erfindungsgeist zu ewigem Ruhm.

Die im Laufe der mesopotamischen Ausgrabungen aufgefundenen Tafeln, Insignien, Siegelzylinder, mit Keilschrift versehene Tongefäße und Felsinschriften und vor allem die großen Keilschriftbibliotheken der späteren Zeiten erlauben es uns, die Entwicklung der Schrift zu verfolgen. Vielleicht brachten die geheimnisumwitterten Sumerer die ersten Schriftzeichen aus ihrer Urheimat mit. In jedem Falle wurde die Schrift in ihrem zwischen den beiden Flüssen Euphrat und Tigris liegenden Reich weiterentwickelt und die Methode der Keilschrift den angrenzenden semitischen Völkern übermittelt.

Anfangs verwendeten sie *Piktogramme*, beziehungsweise sie kerbten einfache kleine Bilder in Ton – eigentlich schrieben sie nicht, sie zeichneten. Eine derartige Zeichnung erfordert keine Sprachkenntnisse, sie ist international verständlich, ihre Anwendbarkeit und Ausdrucksweise jedoch sehr begrenzt. Später wurden aus den Bildzeichen *Ideogramme* entwickelt: Das Ideogramm beschränkt sich nicht allein auf die Bezeichnung eines Gegenstandes, sondern auf dessen weitere begriffliche Bedeutung. Das war noch immer keine geeignete Methode für eine kontinuierliche Schrift. Die Zeichnung wurde erst zur allgemeinverständlichen Schrift, nachdem aus dem Piktogramm beziehungsweise Ideogramm ein *Phonogramm* entstanden war. Das heißt, der schematisch gezeichnete Gegenstand symbolisierte nicht mehr den Gegenstand selbst, sondern er bezeichnete auch einen oder mehrere *Laute*, mit denen der betreffende Gegenstand tatsächlich benannt wurde. Jetzt konnte das gleiche Zeichen in jedem Wort angewendet werden, in dem der gleiche Laut vorkam.

Der Schrift bedienten sich hauptsächlich die Priester, Beamten und

Kaufleute; ich glaube jedoch, sie wurde von Verwaltungsleuten erfunden, wie auch das Rechnen. Die Inspektoren, Lagerverwalter, Administratoren – aber auch Kaufleute – waren zuerst darauf angewiesen, Vermerke und Aufschreibungen über das ihnen anvertraute Gut zu machen: Namen festzuhalten, Rechnung zu führen über Bestände, über den Bedarf und so weiter. Die Inventur ist die Geburtsstätte der Schrift, des Rechnens und sogar der Maßeinheiten. Die reiche Hofhaltung und die großzügige Bautätigkeit erforderten eine Vereinheitlichung der Gewichts-, Raum- und Längenmaße: Und in der Tat, den Sumerern standen bereits genaue Maßeinheiten zur Verfügung.

Die Kanalisierung und die Bautätigkeit erforderten mitunter komplizierte Berechnungen. Die Sumerer bewältigten auch dies. Sie wandten das Dezimalsystem von eins bis sechzig an, von hier ab vermischten sie es mit dem Sexagesimalsystem: Es war zwar kompliziert, sie waren jedoch in der Lage, recht hohe Werte genau auszudrücken. Ferner verfügten sie über eine Multiplikationstabelle, konnten bis zur vierten Potenz hochrechnen, wurzelziehen, Flächen berechnen, ja sogar die annähernd genaue Berechnung des Kreisumfanges war ihnen geläufig.

Wir betrachten es für so selbstverständlich, daß der Tag aus vierundzwanzig Stunden besteht, als hätten das Götter vorgeschrieben, obwohl auch dies eine Erfindung der Sumerer ist. Die Monate wurden von ihnen dem Mondlauf angeglichen, so daß ihr Kalender ein wenig holprig verlief: Die zwölf Mondmonate ergaben nicht dreihundertfünf- undsechzig Tage. Doch ihre Astronomen haben dieses Problem erkannt; sie schalteten deshalb zeitweilig einen dreizehnten Monat ein. Die Zeit wurde mit Sonnen- und Wasseruhren gemessen: Das Wasser lief in einer bestimmten Zeit aus einem Behälter in einen anderen.

Alles in allem: Die Sumerer waren kluge Leute, sie wußten über vieles Bescheid. Ihr Wissen wurde sachgemäß in den zu den Tempeln gehörenden Schulen weitervermittelt. Dort lehrten sie Schreiben und Rechnen, unterrichteten Mythologie und vermittelten ihre praktischen Erfahrungen.

Nur das Geld in unserem Sinne war den Sumerern unbekannt, obwohl sie sich der Geldwirtschaft näherten: Der Wert der Waren oder der Lohn wurde in Kupfer und Silber gemessen, doch sie prägten keine Münzen, der Preis wurde einfach im Gewicht des Kupfers oder Silbers ausgedrückt.

Ablösung des Reiches der Sumerer durch das babylonische Reich

In der Geschichte kam es wiederholt vor, daß sich in der Nachbarschaft eines blühenden Staates eine Militärmacht, ein Reich entfaltete, das gewöhnlich barbarischer, jedoch stärker war. Mit einemmal erhob es sich, brach auf, und lediglich auf Grund des Rechtes des Stärkeren besetzte es den Nachbarstaat, vernichtete ihn oder ließ ihn in sich aufgehen. Seit fünftausend Jahren wiederholte sich dieser Ablauf in der Geschichte immer wieder. Dies ist eine Erfindung der Akkader, und die Menschheit richtet sich immer noch danach. Die erste imperialistische Reichsgründung, der erste Eroberungskrieg sind an den Namen des Königs *Sargon* geknüpft.

Die Militärmacht König Sargons entfaltete sich in der von den sumerischen Städten nördlich gelegenen Stadt *Agade*. Er besiegte ungefähr zweitausenddreihundert Jahre vor unserer Zeitrechnung die sumerischen Städte und bildete aus Mesopotamien ein einheitliches Reich. Sargon war so vernünftig, daß er die sumerische Kultur nicht vernichtete, sondern die Sumerer nur unter seine Macht zwang. Als Amtssprache wurde akkadisch eingeführt, doch die sumerische Sprache blieb erhalten – wie später nach der römischen Eroberung die gebildeten Römer die Sprache der unterworfenen Griechen erlernten, so sprachen in Mesopotamien die gebildeten Einwohner sumerisch und die Besatzungssoldaten akkadisch.

Viel Freude hatte die Besatzungsmacht sicherlich nicht: Die Akkader waren laufend in Kämpfe verwickelt. Nach einhundertfünfzig bis zweihundert Jahren wurden sie vertrieben, und das akkadische Reich blieb nur noch unrühmlich in ihrer Erinnerung erhalten. Doch die sumerische Renaissance konnte den alten Glanz nicht mehr erreichen. Die Sumerer vermischten sich mit den Akkadern; ihre Lebensgewohnheiten, selbst ihre Priester und Götter vermischten sich; und als ein anderer semitischer Stamm – das Volk der Amoriter, das syrischen Ursprungs war – erneut ein einheitliches Reich aus Mesopotamien und den umliegenden Gebieten gründete, gingen die Sumerer in dem *babylonischen Reich* auf, so daß sie ihre Selbständigkeit nie wieder erreichen konnten.

Babylon: Diesen Namen kennt jeder. Worüber wir im folgenden berichten, ist nicht nur durch die Forschungsarbeit der Altertums- und Sprachforscher bekannt, sondern auch aus dem Alten Testament. Wir können aber nach wie vor auf die Hilfe der Altertumsforscher

nicht verzichten: Die Ausgrabungen bestätigen uns, was wir von den stets interessanten, doch bisweilen willkürlich gefärbten Angaben dieses grandiosen Geschichtsbuches für authentisch halten können. Außerdem werden durch die Archäologie viele Tatsachen oder Geschehnisse aufgedeckt, über die das Alte Testament nicht berichtet.

Das erste Gesetzbuch

Als erstes möchte ich das *Gesetzbuch des Hammurapi* anführen. Bisher haben wir immer nur über Mathematik, Philosophie und Kunstgeschichte gesprochen. Dabei dürfen wir nicht vergessen, daß auch das Gesetz ein organischer Bestandteil der Kultur ist. Gerade das wurde von Hammurapi in die Tat umgesetzt. Im Jahre 1902 entdeckte eine französische Expedition in Susa eine mächtige Basaltstele, auf der vor ungefähr tausendsiebenhundert Jahren vor unserer Zeitrechnung der damalige babylonische König, der weise Hammurapi, seine 282 Gesetzesparagrafen einmeißeln ließ.

„Damit der Starke den Schwachen nicht bedrücke, damit ich die Waisen und Witwen sichere in den Städten Babylons, Anus und Béls mache ich jene aufmerksam . . . im Dienste der Gerechtigkeit des Landes, zum Ziele der Entscheidung von Meinungsverschiedenheiten und der Heilung von Übeln habe ich meine teuren Worte auf meinen Gedenkstein geschrieben und mein Bild eingemeißelt als Bild des Königs der Gerechtigkeit . . .“, so beginnen die Gesetze, später heißt es dann weiter: „Die Unterdrückten, die einen strittigen Fall haben, treten vor mein Bild, vor das Bild des Königs der Gerechtigkeit, sie mögen die Aufschriften lesen und meine teuren Worte zur Kenntnis nehmen; die Aufschrift möge ihnen verhelfen, ihren Fall aufzuklären und ihr Recht zu finden. Erleichterten Herzens mögen sie dann ausrufen: Hammurapi, der Vater seiner Untertanen, ist unser Herrscher!“

Ein energischer Vater, und das war wahrscheinlich auch nötig. Im ersten Teil des Gesetzbuches wird mit grauenerregender Leichtfertigkeit die Todesstrafe angekündigt, dann folgen wohlweislich überlegte Rechtsbestimmungen über Kauf und Verkauf, Verpachtung, Darlehen, Entschädigungen, Verschuldungen, Militärdienst, Vertragsabschlüsse und die Klärung sonstiger strittiger Fragen. Die Gesetze Hammurapis schützten in sorgfältiger Weise die Sittenreinheit der Ehe und setzten sich für das Recht der Nebenfrauen und deren Kin-

der ein. Interessant dürfte auch der Paragraph 5 des Gesetzbuches sein.

„Falls sich ein Gerichtsbeschluß nach der *Verkündung des Urteils als falsch erweist* und der Fehler auf das Verschulden des Richters zurückgeführt wird, ist der verantwortliche Richter im Rahmen der Berufung mit einer zwölffachen Strafe zu belegen und für immer von seinem Amt öffentlich zu verjagen.“

Marduks Reich

Wenn in einem Land, in einem Volk, die Zivilisation bereits so weit fortgeschritten war wie im Zwischenstromland – in Mesopotamien – vor viertausend bis fünftausend Jahren, dann muß dort auch eine mehr oder minder entwickelte Kultur vorhanden gewesen sein: Literatur, Kunst, Wissenschaft.

Das war auch der Fall.

Das erste und älteste literarische Denkmal (bis die Altertumsforscher auf ein noch früheres stoßen werden) reicht bis zu den Sumerern zurück: Es ist das berühmte *Gilgamesch-Epos*. Im Grunde genommen ist es kein Epos, kein einheitlich episches Werk; es handelt sich dabei um mehrere lose zusammenhängende Sagenkreise: Einer ihrer Haupthelden ist Gilgamesch, Gott, Held und König in einem.

Es ist schwierig, den ästhetischen Wert eines derart alten, nur in Fragmenten und Übersetzungen bekannten literarischen Werkes einzuschätzen. Seit uns der Sagenkreis durch Übersetzungen näher bekannt geworden ist, können wir uns allenfalls ein zusammenfassendes Bild und eine ungefähre Vorstellung über die Schönheit dieses Werkes machen. Wenn das Original zumindest so schön ist wie die Übersetzung, dann war die früheste Literatur tatsächlich äußerst anspruchsvoll. Und wenn wir dabei die anspruchsvollen Höhlenmalereien unserer Vorfahren berücksichtigen, brauchen wir den hohen Stand der frühen literarischen Schöpfungen nicht anzuzweifeln.

Die literarischen Werke kamen damals jedoch anders zustande als heute. Wir wissen zwar nicht genau wie, denn der Ursprung der Dichtung führt, wie der der Volksmärchen, ins Dunkel. Ein Teil wurde aus religiös-kultischen Zwecken geschaffen, ein anderer Teil verkörpert die dichterische Verewigung kriegerischer Auseinandersetzungen und politischer Unruhen. Zuweilen fließen beide ineinander. Die früheren Helden und Könige wurden später als Götter verehrt.

Gottschöpfung — Weltschöpfung

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die vorzeitlichen Götter aus Furcht geboren wurden. Im Altertum war dieses Stadium bereits überwunden: Während früher die Gott-Idee durch Furcht entstand und geprägt war, diente jetzt der Mensch selbst als Beispiel zur Schaffung von Göttern. Dieser Prozeß durchlief jede Gesellschaft des Altertums, entsprechend ihren eigenen Vorstellungen und Notwendigkeiten. Im allgemeinen bildete sich ein Hauptgott oder ein Hauptgötterpaar heraus, möglicherweise auch eine Dreigottheit wie in der indischen Religion. Ihnen unterstand eine Art engeres Gottesministerium mit sehr genau festgelegten Machtbefugnissen, wie es bei den Ägyptern, Urgermanen, den alten Griechen und noch vielerorts üblich war. Dazu gesellten sich dann noch eine beträchtliche Anzahl niedrigrangiger Kleingötter bis hinunter zu den Dämonen und Geistern. Die Erschaffung der Götter war kein einfacher Akt, keine einmalige Handlung, sondern ein über Jahrtausende anhaltender Prozeß, der bis zu Beginn des Mittelalters dauerte, als im Rahmen des letzten schöpferischen Bildungsprozesses die Heilige Dreifaltigkeit erschaffen wurde. Die Götter des Altertums führten ein Familienleben, zankten miteinander, erhoben sich gegeneinander, besiegten und entthronten, betrogen und erniedrigten sich und benutzten ihre magischen Kräfte zu mancherlei Intrigen. Die verschiedenen Sagen schildern den Kampf der Götter in den farbenprächtigsten Darstellungen; dahinter stehen vermutlich oft die Auseinandersetzungen der irdischen Machtgruppen. Siegreiche Heerführer wurden zu Halbgöttern, ja sogar zu Göttern erhoben. Dies erfolgte mitunter nicht mal unter Bewahrung eines geschichtlichen Abstandes, sondern bereits zu ihren Lebzeiten, wie dies bei den Pharaonen oder einzelnen römischen Kaisern der Fall war.

An die Praxis der Gottschaffung aus *heroischen* (heldenhaften) Motiven schließt sich eng die astral-pantheistische (Berücksichtigung der Natur) an: Jede urzeitliche Religion schuf sich ihre Sonnen-, Mond-, Sternen-, Erden-, Meeres-, Fruchtbarkeits-, Liebes-, Mutterchafts-, Unterwelt- (Todes-) und sonstigen Götter, häufig mit einem äußerst abgegrenzten Wirkungsbereich. Oft wurde derselbe Gott gleichzeitig an mehreren Orten geschaffen. Sie erhielten zwar einen anderen Namen, aber ihre Kulte flossen ineinander. Die Rangordnung der Götter wechselte nicht nur im Verlauf der Zeit, sondern auch durch die Nachbarschaft zu anderen Städten: Hier verehrte man als

Hauptgott jenen, dort einen anderen, bald griff dessen Kult in eine andere Stadt über, und es entstand eine neue Sage . . .

Im Reich der Sumerer, Assyrer, Akkader, Babylonier gab es viele Götter, der Wechsel war groß, groß ist aber auch die Anzahl der Sagen. Am längsten herrschte *Marduk* über die Welt und die Götter; sein Rang steht ihm zu, weil er die Welt aus *Tiâmat*, dem Chaos-Dra- chen, schuf: Marduk tötete den Drachen im heldenhaften Kampf, trennte ihn in zwei Teile, und so entstanden die Erde und der Himmel. Dies war kein einfacher Zweikampf, sondern eine schwierige und langwierige *Theomachie*, ein Gotteskampf — ein Ringen in kosmi- schen Ausmaßen, über dessen Ende die alten Tontafeln folgendes berichten:

Sie traten zusammen, *Tiâmat* und der weiseste der Götter, *Marduk*, standen zum Kampfe auf, näherten sich zur Schlacht.

Es breitete der Herr sein Netz aus und umschloß sie;

den Orkan, das Hinterteil fassend, ließ er vor sich los.

Es öffnete *Tiâmat* ihren Mund, um ihn zu verschlingen;

da ließ er den Orkan hinein,

sodaß sie ihre Lippen nicht schließen konnte.

Die grimmigen Winde füllten ihren Leib;

ihr Herz wurde gelähmt, ihren Mund riß sie weit auf.

Er schoß den Pfeil ab, zerriß ihren Leib;

ihr Inneres durchbrach er, zerschnitt das Herz.

Als er sie bezwungen hatte, tilgte er ihr Leben aus,

warf ihren Leichnam hin, indem er sich daraufstellte.

. . .

Darauf ruhte der Herr aus, ihren Leichnam betrachtend,

den Rumpf zu zerteilen und Kunstvolles zu schaffen.

Er zerteilte sie wie eine Muschel in zwei Teile;

eine Hälfte setzte er hin und machte sie zum Himmelsdach.

Er zog einen Riegel, postierte Wächter;

ihre der oberen Hälfte Wasser nicht herauszulassen, bestellte er sie.*

Ferner brachte er am Himmel die Sterne an, schuf die Residenzen für die Götter, legte das Jahr fest und teilte es in zwölf Abschnitte, ließ den Mond am Firmament leuchten und übergab dessen vorgeschrie- bene Laufbahn der Obhut des Himmels. Zuletzt schuf er den Men- schen:

* Bruno Meissner, Babylonien und Assyrien. Zweiter Band, Heidelberg 1925, S. 179

Blut will ich sammeln, Gebein entstehen lassen;
aufstellen will ich Lugallu; „Mensch“! sei sein Name!*

Das Gilgamesch-Epos

Gilgamesch, der legendäre Held im Reiche Marduks, ist halb Gott, halb Mensch, was soviel bedeutet: Er ist mächtiger und stärker als alle anderen Menschen, über die göttliche Unsterblichkeit verfügte er jedoch nicht. Wie die Sagen berichten, war er König des Stadtstaates Uruk, und zwar ein energischer, tyrannischer König, der sein Volk unterdrückte und es ständig zum Bau der Stadtmauern und Tempel antrieb. Das unterdrückte Volk wandte sich an die Götter um Hilfe. Die Götter schufen daraufhin Gilgameschs Widersacher, den Riesen Enkidu, doch die beiden Unbezwingbaren schlossen miteinander Freundschaft und begaben sich auf eine abenteuerliche Wanderschaft. Im Laufe dieser abenteuerlichen Reisen vollbrachte Gilgamesch herkulische Heldentaten — das heißt, er besiegte bisher unüberwindbare Ungeheuer —, schließlich aber möchte er die Unsterblichkeit erreichen. Er konnte sich das Wunderkraut zur Jungerhaltung beschaffen, doch es wurde ihm von einer Schlange gestohlen. Letzten Endes mußte er sich damit abfinden, daß auch der mächtigste Mensch sterblich ist.

Der bedeutungsvollste Teil der Gilgamesch-Sage ist die *Geschichte der Sintflut*. Bedeutungsvoll deshalb, weil es sich um einen Vorläufer der biblischen Sintflutsage handelt. Die Sintflut erstreckte sich nicht über die ganze Erde, doch zwischen dem Euphrat und Tigris wurde tatsächlich der Boden durch eine Wasserflut überschwemmt, so daß eine zweieinhalb Meter hohe Schlammschicht entstand; unter der Schlammablagerung fanden sich Spuren der ehemaligen Zivilisation. Das war also das vernichtende Hochwasser, an das sich unsere Kulturen seit Jahrtausenden schreckerfüllt zurückerinnern: Mit Ausnahme einer Arche wurde damals alles vernichtet . . . Tatsächlich vernichtete das Hochwasser nur eine kleine Fläche, doch dieses Gebiet bedeutete für jene Menschen die ganze Welt. (Im übrigen hatte nicht nur diese Kultur ihr Sintflutgeschehen, sondern auch fast alle anderen: Die meisten alten Sagenkreise beinhalten die Erinnerung an irgendeine Wasserkatastrophe.)

* ebenda, S. 180

Ein anderer bedeutender Teil des Sagenkreises ist der *Abstieg Ischtars in die Hölle*. Ishtar, die Göttin der Fruchtbarkeit, der Fortpflanzung, des Frühlings, der Liebe, der Leidenschaft und der Wollust, stieg in die Unterwelt, wo ihre Schwester Ereschkigal, die Göttin der Verwesung und der Toten, herrschte. Ereschkigal ließ Ishtar nicht zurück — es gibt also keinen Frühling mehr, die Liebe stirbt aus, die Menschen, Tiere und Pflanzen werden unfruchtbar. Die Götter entsandten sodann Tammuz, den Sohn des Lebens, in die Unterwelt, der durch lustigen Tanz und Musik Freude um die düstere Ereschkigal zauberte und die Göttin der Liebe aus der Unterwelt wieder zurückbrachte. Dieser Mythos wiederholt sich jeden Frühling, wenn die tote Natur wieder zu neuem Leben erwacht.

Kunst und Studium der Babylonier

Die Musikanten und Tänzer — wie auch die Priesterinnen der Göttin Ishtar: die heiligen Prostituierten — brachten, wenn wir den Angaben der Bibel Glauben schenken, Babylon in einen ziemlich schlechten Ruf. Während die Sklaven in schwerer Fronarbeit schufteten, praßten die Reichen in ihren glanzvollen Palästen. Daran ist sicherlich nicht zu zweifeln, doch wie aus den aufgefundenen Tontafeln zu entnehmen ist, widmeten sie sich nicht nur frivolen Freuden, sondern sie hatten auch noch Zeit für die Kultur. Die in Steinmauern und Grabsäulen eingemeißelten Reliefs zeigen uns die Entwicklung des Schönheitssinns und der Technik ihrer bildenden Kunst. Die Rekonstruktionen ihrer Paläste und Tempel rufen in Anbetracht ihrer architektonischen Vollkommenheit unser Erstaunen hervor. In Wirklichkeit gab es nicht nur einen einzigen „Turm zu Babel“; jede Stadt und jede Epoche hatte ihren eigenen hochragenden Tempel, in dem nicht nur Kult-handlungen durchgeführt, sondern gleichzeitig auch der staatliche Verwaltungsapparat untergebracht war, wozu auch Schulen gehörten. In den Schulen erhielten Priester, Schriftgelehrte, Beamte, Ärzte, Richter und Lehrer eine besonders gründliche Ausbildung, insbesondere im Bereich der Sternenkunde, Mathematik und Sprachwissenschaften. Sie verfügten aber auch über einige Kenntnisse in der Pflanzen- und Tierkunde; in der Heilkunde herrschte überwiegend der Aberglaube vor, obwohl auf dem Gebiet der Chirurgie bereits bedeutende Ergebnisse erzielt worden waren.

Wie bei uns früher Latein, so war bei ihnen das Sumerische die Unterrichtssprache, obwohl die Sumerer selbst sich bereits seit langem mit den Assyriern und Babyloniern vermischt hatten. Diesem Umstand ist es vor allem zu verdanken, daß viele Denkmäler in sumerischer Sprache erhalten geblieben sind, durch deren Enträtselung immer mehr Geheimnisse der alten mesopotamischen Kultur aufgedeckt werden.

Die mesopotamische Kultur hat sich trotz vieler Unbilden fast drei Jahrtausende behauptet. Ungefähr sechshundert Jahre vor unserer Zeitrechnung versank schließlich das Reich Marduks, es unterlag dem persisch-medischen Eroberungsturm — nur die Archäologie und Sprachwissenschaft bewahrten sein Andenken.

Ägypten

Das Niltal war für die Entstehung eines Reiches im Altertum vielleicht noch geeigneter als Mesopotamien. An beiden Seiten des Stromes, in einer Länge von fast eintausend Kilometern, zog sich ein schmaler, fruchtbarer Streifen hin. Rechts und links davon breitete sich eine unfruchtbare, kaum bewohnbare Wüste aus, aus der keine gefährdenden Angriffe zu erwarten waren. Auf die Zuverlässigkeit des Nils ist unbedingt zu vertrauen: Er überschwemmt jeden Sommer die Ufer, befruchtet mit seinem lebenspendenden Wasser den Boden der Uferlandschaft, und nachdem er sich zurückgezogen hat, wartet auf die fleißigen Ackerbauern eine ergiebige Ernte. Ein Teil der reichen Ernte kann auf Vorrat gelegt werden, damit im Falle möglicher Mißernten das in Speichern aufbewahrte Getreide nicht nur die Bauern, sondern auch die Stadtbewohner vor Hungersnot bewahrt. Aus der Bibel ist bekannt, daß es nacheinander sieben magere Jahre gab, die sorgfältig angelegten Getreidespeicher jedoch das ägyptische Volk vor Hungersnot schützten.

Dazu war allerdings eine entwickelte Zivilisation, eine gründliche Organisation erforderlich.

In Ägypten bestand dreitausend Jahre hindurch ein derart mächtiges Reich, und es verblieben solch imposante Baudenkmäler, daß wir es uns unwillkürlich als riesenhaft vorstellen, unermesslich sowohl in der Ausdehnung als auch in der Bewohnerzahl. Tatsächlich war es nur entsprechend den Maßstäben des Altertums groß, es erreichte jedoch nicht annähernd die Ausdehnung des persischen, phönizischen oder römischen Reiches. Genauso wie das jüdische Volk nicht durch seine Bevölkerungsanzahl und sein Territorium historische Bedeutung erlangt hat, trifft dies auch für das ägyptische nicht zu; das erstere bewahrte seine Kraft, selbst in der Diaspora, durch den spezifischen Monotheismus der Gemeinschaft, das letztere durch den auf eine hohe Stufe gebrachten Vielgötterkult und den Nilstrom.

Vor ungefähr sechstausend Jahren war das Niltal von verschiedenen zerstreut lebenden Stämmen bevölkert, die in einer Art Dorfge-

meinschaft lebten. Sie standen auf einer niedrigen Kulturstufe, und ihre Produktionsweise entsprach der der Jungsteinzeit. Jeder Stamm hatte sein eigenes *Totemtier*, das als heilig verehrt wurde. Das *Totem* ist zwar ein religiöser Begriff, doch gleichzeitig auch ein gesellschaftlicher: ein Zeichen oder Symbol, wofür die Angehörigen des Stammes zu leben und zu sterben bereit sind. Obwohl der magische Inhalt des Totems bereits seit langem aus dem Bewußtsein verdrängt ist, blieb es als Symbol erhalten — an Fahnen und Wappen sind auch heute noch oft zweiköpfige Adler, Löwen und andere Totemtiere angebracht. Im Altertum war das Totemtier nicht nur Symbol, sondern zugleich Objekt des magischen Gottglaubens und Sinnbild der Stammesmacht. Die Machtordnung der Totemtiere entfaltete sich innerhalb der zwischen den Stämmen ausgetragenen Auseinandersetzungen — entsprechend der Rangordnung der Götter —, ein jedes Totem erhielt seine speziellen Aufgaben für die Angelegenheiten der Lebenden und Toten: Die allerhöchste Macht erreichte jedoch der jeweilige Nachkomme des sperberköpfigen Sonnengottsohnes: *der Pharao*. Die Bezeichnung selbst (Per-Aa) bedeutet „hohes Schloß“ und weist auf eine zentrale Führung hin: Jeder Befehl kommt vom „hohen Schloß“, dem „hohen Schloß“ gehört alles.

Für die Bildung eines einheitlichen ägyptischen Reiches kann das Jahr 2900 vor unserer Zeitrechnung angenommen werden, in den folgenden drei Jahrtausenden konnte es seine Selbständigkeit mit unterschiedlichem Geschick bewahren. In der ersten Zeit war der Pharao allmächtiger Herrscher, sozusagen Eigentümer seines Landes. Später mußte er nach und nach die Macht mit der Priesterschaft und der Militäraristokratie teilen. Eroberungskriege dehnten zuweilen die Grenzen des Landes bis nach Nubien und dem Euphrat aus, zuweilen überfielen jedoch Reiterhorden der rätselhaften Wüstenbewohner das Land, und die Ägypter mußten anderthalb Jahrhunderte hindurch unter fremder Herrschaft leiden; einst versuchte der revolutionär gesinnte Pharao Echnaton die Vorherrschaft der thebanischen Priesterschaft (und der alten Götter) zu stürzen, doch dies mißlang ihm. Trotz dieser Schwankungen bewahrte das Reich bis zu Alexander dem Großen seine beschränkte Selbständigkeit, zum Teil durch militärische Stärke, teilweise aber auch durch vorsichtige Verträge. Durch den Aufstieg des Römischen Reiches zerfiel es so schnell, daß es fast unbemerkt von der Weltbühne verschwand.

Die erstarrte Kultur

Es ist erstaunlich, wie wenig sich Ägypten innerhalb von drei Jahrtausenden weiterentwickelte. Seine Größe besaß es gewissermaßen von Anfang an – und konnte sie nur bewahren, kaum weiterentwickeln. Das glanzvolle Ägypten der ersten Dynastien entstand fast aus dem Nichts: Man konnte bereits schreiben, rechnen, bauen, heilen, wunderbare Skulpturen schnitzen und meisterhafte Goldschmiedearbeiten anfertigen – und nach tausend und zweitausend Jahren standen die Ägypter im wesentlichen auf der gleichen Stufe. Wenn man dabei berücksichtigt, was sich innerhalb von drei Jahrtausenden in der Denkweise, im Geschmackssinn und im Wissen der Bevölkerung des europäischen Kontinents geändert hat, muß man sich über diese Starre, die für die fruchtbare Ebene des Niltals bezeichnend ist, wundern. Mit entsprechenden Fachkenntnissen und sehr eingehend betrachtet, können selbstverständlich die einzelnen Epochen voneinander unterschieden werden: Mal wurden höhere Hüte getragen, mal niedrigere, mal wurde naturalistischer gemalt, ein andermal impressionistischer – doch diese Unterschiede weisen nicht auf die einzelnen Stadien der Entwicklung, sondern sie drücken lediglich den aktuellen Wechsel der Zeitepochen, die Mode aus. Insgesamt verkörpert die ägyptische Kultur eine derart *starre Einheit*, für die es in der Geschichte nichts Vergleichbares gibt.

Die Erklärung dieser eigentümlichen Tatsache liegt vielleicht darin, daß die ägyptische Kultur – von Anbeginn bis zu ihrem Verfall – *aristokratischen Charakter* trug und vor allem dem *Totenkult* diente. Die Grabstätten der Könige, die bis zum Himmel reichenden Pyramiden und die Balsamierung symbolisieren nicht die diesseitige Unsterblichkeit – das heißt den Ruhm, die Erinnerung –, sondern das jenseitige Weiterleben. Der Pharao und sein enger Kreis verfügten über die Unsterblichkeit (wie auch über das Land), der Weg zur standesgemäßen Unsterblichkeit führte über seinen Palast und den thebanischen Tempel. Ein namhafter Ägyptologe bezeichnete dies treffend: Ägyptens Bewohner setzten sich aus *Göttern, Toten und Lebenden zusammen*. Wie uns die Reihenfolge zeigt: Die Lebenden stehen an letzter Stelle auf der Stufenleiter. Das macht sich auch in der Kunst des Reiches bemerkbar, selbst dreitausend Jahre hindurch in der Wissenschaft. Dies behinderte selbstverständlich die Entwicklung. Die Grundregeln der Heilkunde bestanden beispielsweise darin, daß nur die weisen Vorschriften der alten Ärzte befolgt werden durften. Starb ein Kran-

ker trotzdem, war der Arzt dafür nicht verantwortlich; doch versuchte er ihn entsprechend seiner eigenen Meinung zu kurieren, setzte er seinen Kopf aufs Spiel. Die Entwicklung der Medizin wurde überdies insofern durch den Totenkult behindert, als der Leichnam zwar einbalsamiert wurde (von dafür ausgebildeten Bediensteten); es war jedoch verboten, zu obduzieren und somit Studien zu betreiben.

Osiris stand seinen Anhängern bei: Die Pyramiden und Königsgräber verliehen den Pharaonen (und auch der gesamten ägyptischen Kunst) tatsächlich die Unsterblichkeit, allerdings nicht in der Weise, wie sie es sich selbst vorgestellt hatten. Die im Verlauf der Ausgrabungen entdeckten Funde zeugen davon, daß die Ägypter dem Tode mit *Schönheit* dienten – wodurch sie unsterblich wurden. Ihre grandiosen Bauten, ihre Pyramiden, Tempel, Säulenhallen, Ornamentik, Skulpturen und Reliefe, Malereien, Goldschmiedearbeiten, das Formempfinden, die Proportionen und Farbenpracht ihrer Möbel und ihres Schmuckes setzen auch heute noch den Beobachter in Erstaunen. Sie zeugen vom ersten Augenblick an von einem solch hochentwickelten Geschmack, daß dieser kaum zu übertreffen ist. Der überwiegende Teil ihrer Kunstschöpfungen ist symbolisch, kultischen Charakters und demnach der Ausdruck einer abstrakten Idee, doch das Erhabene vermischt sich auch mit dem Liebreiz der Natur – mit der Schönheit des Alltags und dem feierlichen Prunk des Todes.

So viel kann aus den Schöpfungen der bildenden Kunst zumindest geschlossen werden: Der ägyptische Tanz, die Musik und der Gesang befanden sich sicherlich auf einem hohen Niveau. Dies trifft weniger auf die Literatur zu. Insgesamt zeugen nur einige Hymnen und einige unvollständige Erzählungen davon, daß es überhaupt eine ägyptische Literatur gab. Selbst wenn wir voraussetzen, daß mehr Dichtung und Literatur vorhanden gewesen war und einiges verlorengegangen ist, konnte sie keinesfalls besonders bedeutungsvoll gewesen sein.

Dies könnte man leichtfertigerweise dadurch erklären, daß die ägyptische Schrift – selbst in ihrer vereinfachten „volkstümlichen“ Form – so kompliziert ist, daß es damit kaum möglich war, größere Werke zu schaffen. Doch in Wahrheit verhält es sich anders. Die ägyptischen Schreiber waren sehr schreibgewandt, sie schrieben viel und weitschweifig. Der trockene Sand bewahrte viele Papyrusrollen, darunter befinden sich viele Geschäftsbriefe, gesetzliche Bestimmungen, vertragliche Verkaufsvereinbarungen, ärztliche Ratschläge und dergleichen, jedoch kaum literarische Arbeiten. Selbst die Stein-

metze schrieben leidenschaftlich gern: Sie beschrieben mit Vorliebe Säulen, Wände, Steintafeln und Felsen — zum großen Glück für die Nachwelt — und scheuten sich nicht vor der schwierigen Arbeit, die komplizierten Darstellungen und Wörter in den Stein zu meißeln.

Ihre komplizierte Schrift brachten die Ägypter aus dem Dunkel der Vorzeit mit, wie auch die Kenntnis des Kalenders. Sie teilten das Jahr mit anerkennenswerter Genauigkeit in 365 Tage. Als Orientierung galten ihnen nicht die Sonne und die Sterne, sondern ihr heiliger Strom, der Nil: Sie beobachteten, daß zwischen den gesetzmäßig verlaufenden und wiederkehrenden Überschwemmungen 365 Tage vergingen. Angeblich erfolgte die Einführung dieses ersten Kalenders im Jahre 4236 vor unserer Zeitrechnung, demnach also fast zweitausend Jahre vor dem Bau der Pyramiden. Später wurde der Kalender auf erfahrungsgemäße astronomische Grundlagen umgestellt. Man beobachtete nämlich, daß das Hochwasser des Nils regelmäßig mit der Sommersonnenwende zusammenfiel, und dies traf ein, wenn der Stern Sothis (beziehungsweise der Sirius) zum erstenmal im Jahr am Firmament erschien. So wurde der Sirius der feste Punkt für die Zeitrechnung. Zwischen dem jährlichen Erscheinen des Sirius vergeht allerdings ein viertel Tag mehr als die berücksichtigten 365 Tage, demnach wich das astronomische Jahr um einen viertel Tag von ihrem Kalender ab. Diese Schwierigkeit überbrücken wir dadurch, indem wir alle vier Jahre ein Schaltjahr einfügen. Die Ägypter korrigierten diesen Unterschied nicht, sie registrierten ihn lediglich; eine Korrektur hielten sie für überflüssig, weil ihnen bekannt war, daß sich der Unterschied alle 1460 Jahre ausgleicht. In der Tat, sie interessierten sich nicht für astronomische Wahrheiten, sondern vielmehr für praktische Tatsachen: den Zeitpunkt des Übertretens des Nils, den sie auch ohne eine Korrektur ihres Kalenders voraussagen konnten. Und dies war nicht nur wichtig, damit sich die Bauern rechtzeitig auf die Überschwemmung vorbereiten konnten, sondern auch, damit das abergläubische Volk die allwissende Macht der Priesterschaft zu fühlen bekam: Seht, mit Hilfe der Götter sind wir in der Lage, die Zukunft genau vorauszusagen!

Mathematisches und naturwissenschaftliches Wissen der Ägypter

Vor einigen Jahrzehnten wirbelte ein wissenschaftliches Buch viel Staub auf. Der Autor bemühte sich, durch die „kosmische Zahl“ der Cheopspyramide nachzuweisen, daß die alten Ägypter über ein mathematisches und naturwissenschaftliches Wissen verfügten, dessen Höhe wir Europäer erst in der neuesten Zeit erreicht haben. Die Cheopspyramide sei nämlich — nach Meinung des Autors — deshalb 148 Meter hoch, weil die mittlere Entfernung der Erde zur Sonne genau 148 Millionen Kilometer beträgt. Daraus — und aus vielen anderen in die Pyramide „eingebauten“ Angaben — ergebe sich, daß den Ägyptern die genaue Entfernung zwischen Erde und Sonne bekannt war, des weiteren auch die Länge der Erdumlaufbahn um die Sonne, folglich auch, daß nicht die Sonne um die Erde kreist, sondern umgekehrt; ferner soll ihnen der pythagoreische Lehrsatz viele tausend Jahre vor Pythagoras bekannt gewesen sein, so auch die Ludolfsche Zahl (3,1415), worauf wir erst im 15. Jahrhundert gekommen sind; sie kannten das astronomische Jahr (gegenüber unserer Berechnung mit einer Abweichung von dreißig Sekunden), haben die Länge des Äquators, die Neigung der Erdachse und den Wechsel der Tag- und Nachtgleiche errechnet, und außerdem sollen sie das Gewicht der Erde, ihre Dichte und noch vieles andere gekannt haben.

Wäre dies alles wahr, so müßten wir wohlverdienterweise die Weisheit der alten Ägypter bewundern. Noch mehr aber müßte uns folgendes wundern: Wie konnten die Ägypter all dies vergessen? Die Entstehungszeit der Sphinx ist, wie man weiß, nicht bekannt, und die Idee des Bauens von Pyramiden wurde sicherlich lange vor der Herrschaft des Pharaos Cheops geboren; so wäre es prinzipiell durchaus möglich, daß viele tausend Jahre vor den uns bekannten Ägyptern in dieser Region bereits ein wundersam weises Volk lebte . . . Seitdem uns jedoch schriftliche Unterlagen über das Wissen der Ägypter zur Verfügung stehen, lassen diese Angaben auf etwas ganz anderes schließen: Neben den großartigen Bauten und der prunkhaften bildenden Kunst verfügten die Ägypter über äußerst dürftige naturwissenschaftliche Kenntnisse, die außerdem innerhalb von dreitausend Jahren in keiner Weise weiterentwickelt wurden.

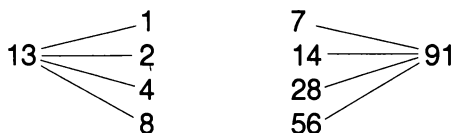
Der Mensch ist leichtgläubig, und das geschriebene Wort besitzt auch heute noch magische Kraft. Ich hielt diesen Abstecher deshalb für angebracht. Auch heute noch zirkulieren unter Laien pseudowis-

senschaftliche Bücher, die mit großem Aufwand die rätselhafte Allwissenheit der Menschen des Altertums oder das Landen von Riesen in fliegenden Untertassen zu Adam und Evas Zeiten bezeugen wollen . . .

Die Bautätigkeit, aber auch die Kanalisierung erforderten viele Berechnungen, ganz abgesehen von der Bestandsführung der Steuereinnahmer und Lagerverwalter der Tempel. Rechnen konnten die Ägypter, wenn auch schwerfällig. Sie verwendeten ein Zehnersystem, und zwar für jede Wertordnung ein anderes Zeichen. So bedeuteten ein einfacher Strich = 1, zwei Striche = 2, drei Striche = 3 und so weiter. Eine Haarnadel bedeutete = 10, zwei Haarnadeln = 20, drei Haarnadeln = 30, eine Schraube = 100, zwei Schrauben = 200, drei Schrauben = 300, eine Blume = 1000, zwei Blumen = 2000 und so weiter bis zur Million. Wenn sich die Zahl auch aus vielen Gliedern zusammensetzte, so konnten sie selbst in der Größenordnung von Millionen jede Zahl ausdrücken.

Die Grundlage ihres mathematischen Wissens beruhte auf den vier Grundrechenarten; die wichtigste darunter war die Addition, das heißt, das Multiplizieren und Dividieren wurde gleichfalls mit Hilfe der Addition durchgeführt. Dabei wurde die „Dopplungsmethode“ angewandt. Dieses Verfahren ist zwar kompliziert, doch wie im nachfolgenden Beispiel dargestellt, leicht verständlich.

Nehmen wir folgendes Beispiel an: 13 mal 7. Der Schreiber — denn nur der Schreiber konnte schreiben und rechnen — schrieb auf Papyrus folgende Zahlenreihen:



Wie ersichtlich, beginnt er die linke Zahlenkolonne mit einer 1 und die rechte mit dem Multiplikanden: 7. In der nächstfolgenden Reihe verdoppelt er beide Zahlen, so daß aus der 1 eine 2 und aus der 7 eine 14 wird. Er setzt die Verdoppelung so lange fort, bis sich aus der Addition der einzelnen Zahlen der linken Zahlenkolonne die 13 ergibt. In diesem Fall rechnet er: $1 + 4 + 8 = 13$. Die Doppelung braucht nun nicht mehr fortgesetzt zu werden. In der rechten Zahlenkolonne sind jetzt die korrespondierenden Zahlen der 1, 4 und 8 zusammenzuzählen. So ergibt sich also das Ergebnis $7 + 28 + 56 = 91$.

Das Dividieren besteht aus dem umgekehrten Verfahren der Addition. Wenn beispielsweise 91 durch 7 geteilt werden soll, sind die gleichen Zahlenkolonnen aufzuschreiben, wobei jedoch innerhalb der rechten Zahlenkolonne aus den einzelnen Zahlen die 91 zusammzusetzen ist. Die korrespondierenden Zahlen der linken Zahlenkolonnen ergeben dann als Ergebnis die 13.

Dies scheint zwar eine spitzfindige Methode zu sein, dabei dürfen wir jedoch in keiner Weise die langwierigen Nebenrechnungen und Fehlerquellen, vor allem bei größeren Zahlen — ganz abgesehen bei Brüchen — außer acht lassen.

Zur Errichtung von Bauten sind selbstverständlich geometrische Kenntnisse erforderlich. Die mächtigen Pyramiden wurden aus gewaltigen Steinblöcken errichtet. Die Steine wurden mit Menschenkraft auf ihren Platz geschleppt und ohne Bindemittel aneinandergefügt. (Angeblich haben Hunderttausende von Menschen zwanzig Jahre lang an einer großen Pyramide gearbeitet. Dabei handelte es sich nicht um Sklaven, sondern um Fronarbeiter. In Kriegen erbeutete Sklaven wurden zu „niedrigeren“ Arbeiten verwendet. Einem erhalten gebliebenen Verzeichnis zufolge wurden die Arbeiter an den Pyramiden sehr gut gepflegt: Sie erhielten täglich Fleisch, Gemüse und fast zwei Kilogramm Brot. Trotz alledem war ihr Los nicht beneidenswert . . .) Die Steine mußten dazu auf genaue Maße behauen werden, und das verstanden sie besonders gut. Ihre geometrischen Kenntnisse reichten nicht viel weiter als zur Flächenberechnung des Rechteckes und Dreieckes — doch das reichte für sie aus. Außerdem war ihnen annähernd genau der Wert zur Berechnung des Kreisumfanges bekannt.

Nach Ansicht maßgeblicher Ägyptologen fehlte es bei den Ägyptern gänzlich an naturwissenschaftlicher und philosophischer *Neugier*, die zur wissenschaftlichen Entwicklung unerlässlich und die für die Griechen so bezeichnend war. Die Wissenschaft der Ägypter bestand aus *Technik*, aus praktischem Wissen, das starr und unbeweglich an die alten liturgischen Überlieferungen gebunden war.

Ihre Maßeinheiten waren verhältnismäßig genau, was auch ein gut entwickelter Handel erforderte. Dieser bestand im wesentlichen aus Tauschhandel, erst später verwendeten die Ägypter Gold und Silber als Zahlungsmittel, doch nicht in Form von Münzen, sondern lose und gewogen. Geld lernten sie erst in der Zeit des Verfalls durch die Perser kennen.

Die Heilkunde der Ägypter

Ägyptische Ärzte waren im Altertum in aller Welt berühmt. Der erste namhafte Arzt — gleichzeitig der erste Arzt der Welt, dessen Name uns bekannt ist — war *Imhotep*. Er soll zweitausendsiebenhundert Jahre vor unserer Zeitrechnung gelebt haben und war Heerführer, Oberpriester, Hofbaumeister, Astronom und Leibarzt des Pharao Djoser — später wurde er sogar als Gott verehrt. Trotz seiner vielseitigen Tätigkeit ist nur wenig über ihn bekannt, lediglich daß er hohes Ansehen genoß. In späterer Zeit wurde der Ärztestand aus der Priesterschaft herausgelöst. Wenn der Bericht des Griechen Herodot auch übertrieben anmutet, ist jedoch unbestritten, daß es in Ägypten verhältnismäßig viele Ärzte gab, das Gesundheitswesen hochentwickelt war und eine großzügige Spezialisierung betrieben wurde.

Die Ärzte lebten nicht von ihrer Privattätigkeit, sondern sie gehörten irgendeiner Institution an: dem Hof, den Tempeln, größeren Bauinstitutionen oder der Armee; vielleicht hatten auch Dörfer oder Stadtteile ihren eigenen Arzt. An Rangordnungen und Titeln mangelte es nicht, vor allem nicht am Hofe des Pharao: Es gab Hof-Augen-



Stele
eines ägyptischen Hofarztes,
27. Jahrhundert v. u. Z.

ärzte, Hof-Zahnärzte, Gelehrte für Innere Säfte, Hüter des Mastdarmes; es waren Oberärzte, Arztinspektoren, Höchstbevollmächtigte für Ärzte und Älteste Ärzte vertreten. Das Gesundheitswesen in Unter- und Oberägypten unterstand je einem Hauptarzt. Bezeichnend für die starre Unbeweglichkeit des Staatsapparates ist, daß sich die Titel und Rangordnungen innerhalb von drei Jahrtausenden kaum veränderten. Das Ansehen des Arztes wurde auch dadurch gestärkt, daß er gleichzeitig schreibkundig war.

Nach den uns verbliebenen ärztlichen Papyrusrollen zu urteilen, war ihr theoretisches Wissen ziemlich lückenhaft. Da das Obduzieren verboten war, fehlten ihnen die erforderlichen Kenntnisse über den Bau des menschlichen Körpers, so daß über die Körperfunktion völlig ungewöhnliche Vorstellungen bestanden. Die Grundlage ihrer Medizin beruhte auf der *Metu-Lehre*, das heißt auf einem fiktiven Gefäßsystem, in dem die Lebenssäfte vom Herzen an die verschiedenen Körperstellen gebracht werden. Die Ursachen der Krankheiten wurden den Unregelmäßigkeiten der kreisenden Säfte zugeschrieben, und die Heilung wurde durch Kühlung oder Erwärmung der Säfte, deren Beruhigung oder Belebung zu erreichen versucht.

Wirkungsvoller hingegen waren die *empirischen Heilmethoden*, das heißt die Anwendung gesammelter Erfahrungen. Das ägyptische Arzneimittelreservoir ist unerschöpflich: Es gibt kaum eine Blüte, Wurzel, Knolle, ein Gewürz oder einen Duftstoff, die bei ihren Rezepturen keine Rolle spielten. Außerdem verwendeten sie mit Vorliebe tierische Stoffe: Rinderleber, Schildkrötengalle, Krokodil- und Pelikandung und mitunter noch unappetitlichere tierische Produkte. Die Wundärzte bedienten sich primitiver Methoden und befaßten sich hauptsächlich mit äußeren Verletzungen. Des weiteren schenkten sie Augenkrankheiten viel Aufmerksamkeit, da diese in Ägypten sehr verbreitet waren.

Als dritte Heilmethode wurde die *theurgische* Heilung — beziehungsweise die Dämonenaustreibung, Beschwörung, Gesundbetei und Zauberei angewandt. Die uns überlieferten Heilgebete zeugen davon, daß die Zauberei für die Heilbehandlung genauso wichtig war wie die Rezeptur. In einer derart mystisch eingestellten Gesellschaft konnte dies aber nicht anders sein: Die unzähligen Götter üben beim Zustandekommen der Krankheit einen Einfluß aus, demzufolge auch in deren Behebung. Der Arzt mußte deshalb zugleich etwas von der Vertreibung des bösen Geistes verstehen.

Das durchschnittliche Lebensalter der Ägypter überstieg nicht die

Dreißig, woraus hervorgeht, daß die berühmten Ärzte zur Bekämpfung der Krankheiten nicht viel beigetragen haben. Die Organisation des ägyptischen Gesundheitswesens jedoch war beeindruckend. Die Ausbildung der Ärzte stand auf einem verhältnismäßig hohen Niveau. Der Nimbus der ägyptischen Heilkunde stieg vor allem in der Folgezeit durch die drei bekannt gewordenen Grundregeln an: Nach der Untersuchung des Kranken entscheide ich, ob es sich um eine Krankheit handelt, die ich erstens heilen kann oder die ich zweitens zu heilen versuche oder mit der ich mich drittens nicht beschäftige, weil es sowieso vergeblich ist . . . Wahrlich, es mußte sich um außerordentlich weise und begabte Ärzte gehandelt haben, die eine derartige Entscheidung in jedem Falle im voraus treffen konnten.

Grundsätzlich begingen sie darin einen Fehler, daß sie die Einbalsamierung niedrig gestellten Dienern überließen. Somit hatten sie keine Gelegenheit, den menschlichen Organismus und dadurch die Krankheiten kennenzulernen.

Hellas

Als im Niltal, im mesopotamischen Zwischenstromland und auf der iranischen Hochebene – ganz abgesehen von China, Indien und Mexiko – Völker mit tausendjährigen Kulturen entstanden, lebten zwischen den rauen Bergen der griechischen Halbinsel „wilde“ Stämme, die ihre uralte Lebensweise fortsetzten und von der Kultur der umliegenden Völker so gut wie gar nichts übernommen hatten. Die von Norden eindringenden Griechen bezeichneten die dort lebenden Stämme als *Pelasger*. Die Griechen unterwarfen die Pelasger, rotteten sie aus, oder sie verschmolzen sich mit ihnen. Nach und nach bevölkerten die Eindringlinge den südlichen Teil der Balkanhalbinsel, die Inselwelt der Ägäis und die Küsten Kleinasiens und begannen dadurch die Grundlagen eines neuen Reiches zu schaffen, dessen Kultur die ihrer Vorfahren und Zeitgenossen weit überragte.

Die sich selbst als *Achäer* oder *Danaer* bezeichnenden indogermanischen Stämme – das heißt die Griechen – waren anfangs in keiner Weise gebildeter als die auf der Halbinsel lebenden Pelasger, im Gegenteil, vielleicht noch barbarischer. Woher kamen sie, woher stammten sie? Dies ist ebenso ungewiß wie die Herkunft der meisten antiken Völker. Ihre Einwanderung begann ungefähr zweitausend Jahre vor unserer Zeitrechnung.

Die Insel Kreta

Das erste Kulturreich, mit dem das wilde Volk der Griechen konfrontiert wurde, war das der Kreter.

Auf der Insel Kreta bestand viele Jahrhunderte die minoische Kultur, deren Erinnerung heute hauptsächlich durch die Minotaurussage bewahrt wird. Der Sage nach wurde von Minos, dem mächtigen König der Stadt Knossos, im Labyrinth seines Palastes ein Stier gehalten, der Menschen fraß: Dem schrecklichen Stier mußten jedes Jahr hun-

dert Athener Jünglinge geopfert werden, bis der heldenhafte Theseus den Stier tötete, mit Hilfe des Fadens der Ariadne aus dem Labyrinth entkam und die unterjochten Athener befreite. Welches geschichtliche Ereignis in dieser griechischen Sage verewigt ist, kann heute nicht mehr festgestellt werden. Wahrscheinlich ist, daß im religiösen Kult der Kreter der Stiergott eine Rolle spielte, dem sicherlich zeitweise Blutopfer dargebracht wurden, oder es wurden heilige Stierkämpfe veranstaltet: Es ist durchaus möglich, daß die entsprechenden Opfer aus Kreisen der griechischen Kriegsgefangenen ausgesucht wurden.

Eng mit Kreta verbunden ist auch die Sage um Daidalos und Ikarus. Daidalos war ein Athener Tausendsassa, Bildhauer und Baumeister, der Leonardo des Altertums für Erfindung und Kunst. Er hatte in Athen aus Eifersucht einen begabten Schüler getötet und mußte deshalb aus der Stadt flüchten. Daidalos fand auf Kreta Zuflucht, wo er für König Minos dessen Palast und das schreckliche Labyrinth baute. Daidalos wollte gern freikommen, doch der König ließ ihn nicht fort. Er fertigte deshalb aus Federn und Wachs für sich und seinen Sohn Ikarus mächtige Schwingen an. Sie wollten über das Meer entkommen, doch Ikarus erhob sich zu hoch, das Wachs schmolz durch die Sonnenhitze, die Schwingen zerfielen, und er stürzte ins Meer.

Die historische und archäologische Forschung stieß auf der Insel Kreta auf Spuren einer blühenden und besonders originellen Kultur. Minos war wohl in Wirklichkeit nicht der Name eines Königs, sondern der Titel des jeweiligen Herrschers, deshalb wird die Kultur Kretas auch als minoische Kultur bezeichnet. Die außerordentliche Feinheit der vorgefundenen Kunstobjekte — überwiegend Frauendarstellungen — zeugt von einem hohen Kunstempfinden, die Blumen- und Blumenschmückungen der Wandmalereien erinnern an den Jugendstil, die Bearbeitung der Ziergefäße und des Schmuckes und selbst die Darstellung der krieg- und sporttreibenden Männerfiguren tragen ein feminines Gepräge. Der Grundriß der freigelegten Paläste ist so kompliziert, daß die Entstehung der Daidalossage über das Labyrinth verständlich wird: Der Thronsaal und die Wohnräume waren mit phantastischen Wandmalereien geschmückt. Die vorgefundenen Gefäße und bemalten Vasen sind Meisterwerke des Töpferhandwerks. Die Kreter fuhren mit schnellen Schiffen zur Insel Zypern, um Kupfer zu holen (so entstand der auch heute noch gebräuchliche lateinische Name für Kupfer: *Cuprum*). Das zur Herstellung von Bronze notwendige Zinn beschafften sie sich aus Hispanien; vermutlich holten sie

sich von dort auch Gold und Silber. Ihre Handelsflotte verband die ersten primitiven Niederlassungen des europäischen Kontinents mit den entwickelten Ländern Asiens und Afrikas. Die Kreter waren des Schreibens kundig, und zwar verwendeten sie nicht die komplizierte Bilderschrift der Ägypter oder die Keilschrift der Babylonier, sondern eine Art linearer Schrift.

Diese an Schönheit und feiertäglichen Spielen reiche Insel wurde durch das militärisch erstarkende barbarische Griechentum besiegt, wobei auch vernichtende Erdbeben den Untergang mit beeinflusst haben. Das minoische Reich wurde besiegt, jedoch nicht vernichtet, eher im Griechentum aufgelöst. Das frühe Griechentum war zwar barbarisch, doch aufgeschlossen, gelehrig und entwicklungsfähig. Im 15. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, als die Kultur der Kreter versank, erhob sich die griechische Kultur aus dem Dunkel, wie auf deren Schultern, und fand zu sich selbst.

Der Zerfall der zentralen Herrschaft

Dieser Prozeß nahm immerhin einige Jahrhunderte in Anspruch. In der ersten Zeit – also im 15. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, nachdem Kreta unterworfen worden war – hatten die Griechen noch nicht ihre eigene charakteristische Stadtstaatkultur geprägt, sondern sie übernahmen die despotische Form der östlichen Reiche: Die früher oder später zur demokratischen Eigenständigkeit strebenden Stämme wurden zunächst unter die zentrale Herrschaft einer einheitlichen Regierung gezwungen. Das Zentrum dieses Reiches war *Mykene*; deshalb wird diese Epoche als mykenische Kultur bezeichnet. Ihre Kunst ist durch das Weiterleben oder die Weiterentwicklung kretischer Formen charakterisiert und darüber hinaus durch großartige Palast- und Festungsbauten, deren Ruinen vor kurzem entdeckt worden sind. Die späteren Griechen kannten diese mächtigen Paläste, die ihren Vorstellungen entsprechend nur von Riesen (Zyklopen) erbaut werden konnten, nur aus Sagen. Das berühmte Löwentor in Mykene erinnert noch heute an diese gigantischen Bauwerke.

Obwohl die griechische Sagenwelt an die im Dunkel liegenden Jahrhunderte so erinnert, als wäre dies ein wunderbares goldenes Zeitalter gewesen, in der die Menschen in einem glücklichen Überfluß lebten, war es in Wirklichkeit gerade umgekehrt. Die griechische

Halbinsel war weniger dazu geeignet, daß sich hier ähnliche Despotenreiche wie in Ägypten oder Mesopotamien entfalten konnten. Die rauhe Gebirgsgegend und die Inselwelt des Meeres trennten hier die einzelnen völkischen Gruppen deutlich voneinander. Über deren Leben und Tod konnte eine zentrale Regierung kaum bestimmen. Notwendigerweise machte es sich erforderlich, daß einer jeden Gruppe irgendeine Art von Selbstregierung zugestanden werden mußte. Gegenüber den fruchtbaren Tälern des Nils, Euphrat und Tigris sind die landwirtschaftlichen Möglichkeiten der steinigen Berghänge und dunklen Täler geradezu dürftig.

Die Griechen bauten Weizen, Gerste und Hafer an, allerdings mit relativ einfachen Geräten; sie pflanzten Weinreben, preßten Öl und schleuderten Honig. Wenn wir Homer lesen — der in seinen Epen über diese Epoche berichtet —, erfahren wir von einem immensen Reichtum; die Krieger schwelgten geradezu in allen irdischen Gütern: Es strömt der honigsüße Wein; es werden unzählige gemästete Rinder geopfert; sie reiten auf prachtvollen Reitpferden durch die Gegend und veranstalten riesengroße Festgelage. — Doch dies entsprach nicht der Wirklichkeit. Fruchtbarer Boden stand nur in geringem Ausmaß zur Verfügung, und selbst der wurde schlecht bearbeitet; die Weiden waren kärglich. Rinder und Pferde waren nur den Reichen vorbehalten; die Viehhaltung bestand im wesentlichen aus Ziegen- und Schafherden. Als Zugtier nutzten die Griechen vor allem den anspruchslosen Esel und das Maultier, kaum den Ochsen.

Vorerst war das Gewerbe noch nicht so entwickelt wie in den Despotenreichen. Allmählich ging das Bronzezeitalter in die Eisenzeit über: An Stelle des von weither importierten Zinns und Kupfers lernten die Griechen, das billigere und zweckmäßigere Eisenerz zu verarbeiten: Sie hatten zu jener Zeit vortreffliche Waffenschmiede. Die Goldschmiedekunst hatte dagegen noch nichts Besonderes hervorgebracht. Das Töpferhandwerk war gut entwickelt, außerdem gab es ausgezeichnete Zimmerleute. Die Frauen verstanden zu weben. Damit erschöpfte sich im wesentlichen das handwerkliche Können der Griechen.

Die folgende verworrene Zeitepoche ist erfüllt von Jahrhunderte währenden Völkerwanderungen. Mit ihnen verbunden sind heftige kriegerische Auseinandersetzungen. Das einstige zentrale Königreich fiel, ohne Spuren zu hinterlassen, auseinander, und zwar derart, daß selbst Mykene, die auf ihren mächtigen Palast so stolze Hauptstadt, von der Bildfläche verschwand. Das sich in Hunderte von Teilen

auflösende Griechentum wurde im Schmelztiegel der hin- und herwogenden Völkerwanderung zu dem geschmiedet, was es eigentlich vom Wesen her war: verschiedene mal sich untereinander bekämpfende, mal sich verbündende, eine einheitliche Kultur bildende, doch ihre Selbständigkeit bewahrende Bündnisse kleiner Städte. Die Familien, Geschlechter, Stämme und Föderationen bildeten selbständige Einheiten, unterwarfen sich nicht mehr einer zentralen Lenkung und gaben ihre Individualität und Unabhängigkeit nicht mehr auf. Ihre Könige erreichten niemals den göttlichen Rang der Pharaonen, auch nicht deren weiterobernde Macht, aber danach strebten sie auch nicht. Die charakteristische griechische Staatsform glich bereits zu Zeiten der Könige eher einer Republik als einer Monarchie, und sie trug auch bereits den Keim der späteren Demokratie in sich.

Im 10. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, als die Völkerwanderung im wesentlichen beendet war, bildete sich die neue Staatsform heraus: ein aus selbständigen Stadtstaaten zusammengefügtes Reich. Im nördlichen Thessalien siedelten sich die Hellenen an; ihr Name wurde später von allen Griechen übernommen. So entstand auch der zusammenfassende Name des Landes *Hellas*. Südlicher die Ätolier und Böotier, dazwischen lag Phokis mit dem berühmten Delphi, wo am Fuße des Parnass die Priester Apollon ihr schicksalschweres Orakel offenbarten. Auf der Attikahalbinsel herrschte die Stadt Athen, ihr gegenüber wurde der Golf von Argolis von Korinth bewacht, daneben lag das durch seine Weiden berühmte Arkadien, und im südlichen Zipfel des Peloponnes hatte sich das kriegerische Volk der Spartaner niedergelassen. Das waren nur die wichtigsten Staaten der Halbinsel. Die Inseln des Ägäischen Meeres und die Küsten Kleinasiens waren von einigen weiteren hundert griechischen Siedlungen bevölkert: die Inseln Lesbos, Kios, Kos, Rhodos, Samos, die Niederlassungen in Pergamon, Smyrna, Ephesus und Milet sowie viele andere. Die letzteren spielten in der Verbreitung der griechischen Kultur lange Zeit eine wichtigere Rolle als das Mutterland selbst; der charakteristische „griechische Geist“ strahlte von den Küsten Kleinasiens in Richtung Athen aus, erreichte dann aber in Athen seinen Höhepunkt.

Die Kosmogonie der Griechen

Jedes Volk hat sich seine eigene Mythe über die Welterschaffung gebildet, so auch das griechische. Dies wird als Kosmogonie bezeichnet.

Die Kosmogonie der Griechen beginnt mit dem alles erfüllenden Chaos, dem Urnebel, in dem außer der unbeweglich starren Finsternis nichts vorhanden war. Chaos' Tochter Nyx, die schwarzbeschwingte Nacht, schwebte im Nichts herum. Es geschah einmal, daß Wind aufkam und den dunklen Vogel Nacht befruchtete. Aus der Paarung des Windes mit der Nacht entstand ein silberschaliges Ei, und aus diesem schlüpfte nach kurzer Zeit Eros, der Gott der Liebe und der Verlockung. Eros sah sich im trostlosen Nichts um, schuf aus dem Ei die Erde und den Himmel (Gäa und Uranus) und hauchte Leben in sie hinein, selbstverständlich auch Liebe. Uranus zog danach Gäa zu sich und umarmte sie; aus der Umarmung des Himmels und der Erde wurden die Titanen und Zyklopen, Götter, die über eine ungeheure Kraft verfügten, geboren. Sie lebten so lange miteinander in Frieden, bis Gäa drei Ungeheuer gebar, mehrköpfige und vielarmige Schreckgestalten, die mit gewaltiger Grausamkeit ihre Geschwister in Schrecken hielten. Uranus geriet darüber in Zorn, fesselte die Ungeheuer und warf sie in die finstere Tiefe des Tartarus. Gäa dauerten ihre Kinder, und sie hetzte die Titanen gegen Uranus auf. Kronos schnitt den Penis seines Vaters mit einer scharfen Sichel ab und warf ihn ins Meer. Daraufhin wurden aus dem Blut des verletzten Uranus die Rachegeister und die Geister der Reue geboren, außerdem die riesenstarken Giganten, und aus der ins Meer geworfenen Manneskraft entstand Aphrodite, die holde Göttin der Liebe.

Statt Eintracht, trat Sünde ein, bevor es Menschen auf Erden gab. Kronos übernahm den Thron seines Vaters, die Titanen und Titaniden verheirateten sich, und es wurden unzählige Götter geboren. Aus Kronos' Ehe mit Rhea entstammten sechs mächtige Götter: Hestia, die Göttin des Hausherdes, Demeter, die Göttin der Fruchtbarkeit, Hera, die Göttin des Hausstandes, wegen ihrer Eifersucht berüchtigt, Hades, Gott der Unterwelt, Poseidon, Herr der Meere, und schließlich Zeus, Beherrscher der Blitze und des Donners und später der ganzen Welt.

Die Umstände im Zusammenhang mit der Geburt des Zeus' und seines Überlebens sind fast in jeder Religionsmythe zu finden (so auch bei der Geburt Moses und Jesu): Eine Prophezeiung gibt

Kunde, daß dem Neugeborenen Gefahr droht, seine Mutter verbirgt ihn deshalb und zieht ihn heimlich auf . . . Für Zeus bestand die Gefahr, von seinem Vater verschlungen zu werden. Kronos fürchtete nämlich, daß ihn seine Kinder ähnlich behandeln würden, wie er seinen Vater behandelt hatte, und um dies zu verhindern, verschlang er sie der Reihe nach. Doch als Zeus geboren wurde, setzte Rhea Kronos einen in Windeln gewickelten Stein zum Essen vor und verbarg den Neugeborenen auf der Insel Kreta, wo ihn zwei Nymphen mit der Milch der Ziege Amalthea aufzogen. (Aus dem Gehörn der Ziege entstand später das Füllhorn.)

Der als Gott herangewachsene Zeus schmuggelte heimlich Brechmittel in das Essen seines Vaters, worauf Kronos der Reihe nach die verschlungenen Götter ausspie. Daraufhin folgte zwischen Vater und Söhnen ein entsetzlicher Krieg. Kronos wurde von den Titanen unterstützt. Zeus hingegen von seinen Geschwistern, den Zyklopen und hundertarmigen Ungeheuern. Der grimmige Kampf ließ die Erde zehn Jahre lang erbeben, doch schließlich siegte Zeus. Seither wurde der Olymp von einer sich ständig vermehrenden Anzahl von Göttern bevölkert. Zeus trug in jeder Weise selbst zur Zunahme der Bevölkerung bei: Sobald er eine schmackhafte Göttin, Nymphe oder auch eine Erdenjungfer erblickte, begehrte er sie und machte sie sich zu eigen, zuweilen erschien er in Gestalt eines Schwanes, Stieres oder einer Wolke. Die übrigen Götter führten gleichfalls ein zügelloses Leben, in dessen Folge die griechische Mythologie durch ihre Götter, Halbgötter, Heroen und ihren von Göttern abstammenden Helden Unsterblichkeit erreichte.

Die Gestalten der griechischen Mythologie leben heute noch unvergeßlich in der europäischen Kultur weiter. Wir alle erinnern uns noch an *Zeus* (vielleicht unter dem Namen *Jupiter*, denn die lateinische Bezeichnung der griechischen Götter ist noch populärer), an *Pallas Athene*, die Göttin der Weisheit, die in voller Ausrüstung aus dem Haupte des Zeus entsprang, oder *Apollo*, den mit dem Pfeil weit-schießenden Beschützer der Künste. Erwähnen wir noch den riesenstarken *Atlas* mit dem Himmelsgewölbe auf den Schultern, den listigen *Hermes*, Gott der Kaufleute, Reisenden und Diebe, wie auch *Dionysos*, den Gott der Weinrebe und des Zechgelages, ganz abgesehen von *Eros*, der auch heute noch mit der gleichen neckenden „Erotik“ seine Liebespfeile abschießt, wie er es in der sagenhaften Zeit tat. Die die Erdteile trennenden Meere werden bis zum heutigen Tag nach *Okeanos* benannt, bei einem Durcheinander kommt uns un-

weigerlich *Chaos* in den Sinn, und wenn wir auf die Uhr sehen, zitieren wir im Grunde genommen die *Horen*, die Göttinnen der Jahreszeiten. Kämpferische Frauen werden als *Amazonen* bezeichnet, schöne Männer mit *Adonis* verglichen, graziöse Frauen nennen wir *Grazien* und schreckliche beziehungsweise häßliche *Harpyien*. *Pegasus* ist das geflügelte Roß der dichterischen Begabung und *Thalia* die Muse der Schauspielkunst. Diese Aufzählung könnte endlos fortgesetzt werden. Der gebildete Mensch der vergangenen Jahrhunderte hatte zu allen Bewohnern des Olymps bedeutend engere Beziehungen. Sie befruchteten in erheblichem Maße die Phantasie unserer Dichter, Maler und Komponisten. Orpheus und Eurydike oder Akis und Galatea sind beliebte Gestalten aus der Musikliteratur, Zeus' abenteuerliche Liebschaften oder die Jagd der Artemis wurden durch den Pinsel berühmter Maler verewigt, in den neuerrichteten Hainen des Akademos versammeln sich die gelehrten Akademiker, und die Dramatiker greifen immer wieder von neuem Themen antiker Tragödien auf. Ödipus, Elektra, Iphigenie, Antigone, Andromache, Ikarus, Prometheus und so weiter werden für alle Zeiten als beliebte Gestalten der Weltliteratur fortbestehen.

Das ist die wahre Unsterblichkeit.

Entstehung der Literatur bei den Griechen

Die Nachwelt — und insbesondere unsere gegenwärtige Epoche — neigt dazu, bestimmte Folgerungen aus den viele tausend Jahre alten Geschehnissen zu ziehen, als wäre sie selbst Augenzeuge gewesen. Diese Beurteilungen sind nicht immer so zuverlässig, wie sie zunächst erscheinen. So kann zum Beispiel von der griechischen Dichtkunst, dem griechischen Charakter und Geist festgestellt werden: Das System der vielen Staaten machte Griechenland zu dem, was es wurde. Die Griechen lebten in Stadtstaaten (man bezeichnet sie als *Poleis*), und die miteinander wetteifernden Stadtstaaten boten den Bürgern mehr Freiheiten als die früheren östlichen Despotenreiche, sie forderten allerdings auch persönliche Tapferkeit, Tüchtigkeit und Geist — wodurch der Weg für die poetische Phantasie der freiheitsgesinnten und schönheitsliebenden Griechen geebnet wurde.

Das entspricht zwar den Tatsachen, doch auch das Gegenteil ist wahr: Die Griechen lebten deshalb in freien Stadtstaaten, weil sie so

tüchtig, tapfer und geistreich waren, und sie schrieben deshalb Dichtwerke von bleibendem Wert, weil sie begabte und phantasiereiche Dichter hatten. Die Verhältnisse prägten ihren Charakter, und ihr Charakter prägte die Verhältnisse; dieser glücklichen Wechselwirkung ist die erste Literatur der Welt zu verdanken.

Die Hellenen waren bereits Poeten, bevor sie schreiben konnten. Es stimmt zwar, daß schon in der kretisch-mykenischen Epoche die Schrift bekannt war, doch diese Schrift geriet schnell in Vergessenheit. In der Jahrhunderte währenden Zeit der Völkerwanderung und der Heldenkämpfe waren die Griechen des Schreibens unkundig, dafür konnten sie aber gut singen. Sänger und Verseerzähler zerstreuten und begeisterten die Krieger wie auch die Daheimgebliebenen; sie bewahrten für uns den unsterblichen und reichen Sagenschatz der Antike. Und sie bewahrten ihn nicht nur, sondern sie dichteten und entwickelten ihn weiter. Wir kennen die Verfasser der griechischen Sagen nicht. Die Dichtungen der unbekannten Verfasser lebten im Volke. Die besungenen Geschehnisse beruhten im allgemeinen auf einem historischen Kern, der Sänger malte sie in seiner Phantasie aus und setzte sie in Verse. Die Verse wurden vom nächsten Sänger übernommen, ergänzt, geändert, und so entstand schließlich die griechische Mythologie. Die redseligen und sangesfreudigen Hellenen rezitierten oder sangen Lieder, die aus vielen hundert, ja sogar vielen tausend Zeilen bestanden. Dazu schufen sie sich eine geeignete Versform: den aus sechs Versfüßen bestehenden *Hexameter*, dessen regelmäßiger Rhythmus das Aufsagen und das Rekapitulieren des langen Textes erleichterte.

Im 9. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung geschah etwas, was zu Recht als entscheidend bezeichnet werden kann und bedeutungsvoller ist als jedes andere Ereignis: Die Griechen erlernten das Schreiben, wobei sie die Schrift der Phönizier übernahmen. Diese war zum Unterschied von der sonst gebräuchlichen Bilder-, Keil- oder Silbenschrift eine *Buchstabenschrift* und wurde von phönizischen Kaufleuten erfunden. Die Griechen haben dann an dem ursprünglichen Alphabet im Laufe der Zeit verschiedene Änderungen vorgenommen. Sie ergänzten es zum Beispiel mit den in der semitischen Schrift fehlenden Selbstlauten und gaben den Buchstaben eine andere Form und Schreibrichtung. Schließlich stabilisierte sich eine Schreibweise, die heute noch als *griechisches Alphabet* bekannt ist. Ein anderer Buchstabentyp bürgerte sich bei den italienischen Hellenen ein. Er wurde auch von den Römern übernommen und später von halb Eu-

ropa und von vielen Völkern der ganzen Welt. Die Großbuchstaben sind heute noch in fast unveränderter Form gebräuchlich. Bekannt ist diese Schrift als lateinisches Alphabet.

Nachdem die Schrift vorhanden war, stand bereits die Literatur dazu parat. Es mußte nur niedergeschrieben werden, was die mündliche Überlieferung jahrhundertlang aufbewahrt hatte. Und dies geschah etwa im 8. und 7. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung.

Die beiden großen Epen, die *Ilias* und die *Odyssee*, werden im allgemeinen Homer zugeschrieben. Vermutlich handelt es sich aber bei Homer nicht um eine Person: Der Aufbau der Dichtungen, die stilistische und inhaltliche Analyse deutet darauf hin, daß es sich um zusammengefaßte Werke mehrerer Sänger handelt — doch da uns von keinem einzigen etwas bekannt ist, müssen wir uns zweckmäßigerweise an die Überlieferung halten und Homer als Verfasser der Dichtungen wie auch zugleich als Begriff für die frühe hellenische Dichtung respektieren.

Wenn das Werk eines Dichters zweieinhalb Jahrtausende hindurch seine Eigenheit, Schönheit und Größe bewahrt hat, wenn es innerhalb dieser langen Zeit keinen Augenblick lang nachließ, im Mittelpunkt und Interesse zu stehen und gewissermaßen als Muster für die Dichter zu dienen, dann muß es sich schon um eine ganz besondere Schöpfung handeln. Und so ist es auch. Homers Dichtung ragt unter den bescheidenen literarischen Versuchen des Altertums derart heraus wie die ägyptischen Pyramiden oder die Säulenhalle des Tempels von Luxor über die Lehmhütten Ägyptens. Dieser Vergleich ist in jeder Weise zutreffend, denn wie die ägyptische Architektur und dekorative Kunst beinahe mit ihrem ersten Entstehen in unübertreffliche Höhe emporschnellte, so erklomm die Dichtung Homers sogleich den Gipfel der Literatur. So wie die ägyptische Kunst nicht einfach, nicht primitiv, nicht überholt und vorübergehend ist, sondern in ihrer Art vollkommen und vollendet, so ist es auch die griechische Epik. Von allen vorherigen und früheren Literaturen — vom sumerischen Gilgamesch-Epos bis zu den ägyptischen Sonnenhymnen — kann gesagt werden, daß sie zeitgeschichtlich und kulturhistorisch interessant und für diese oder jene Verhältnisse charakteristisch sind, auch schöne Gedanken oder künstlerische Formen aufzeigen, doch bis zur *Ilias* gibt es in der Literatur keine einzige Schöpfung, die die Bezeichnung „Meisterwerk“ verdienen würde. Homer war der Erfinder des dichterischen Realismus. Er schildert in hundertfünfzig Zeilen, wie Hephästus auf seinem göttlichen Amboß Achilles' Schild schmie-

det, und zwar so, daß er einerseits jedes Geheimnis der altertümlichen Schmiede- und Goldschmiedekunst offenbart und dabei die aus Gold und Kupfer geformten Figuren auf dem Schild lebendig werden läßt, andererseits aber vor dem Leser jedes kleinste Detail des Lebens vor dreitausend Jahren vorbeizieht. Das ist in der Tat in der Weltliteratur ohne Beispiel.

Weiterhin bildete er ein Krongut mit wogenden Saaten.
Tagelöhner mähten, in ihren Fäusten die schneidenden Sicheln;
schnell nacheinander sanken, in Schwaden, die Halme zur Erde,
danach schnürten die Binder sie fest mit Seilen zusammen.
Drei von ihnen standen bereit. Und hinter den Schnittern
sammelten Knaben die Halme und reichten, im Arme sie tragend,
rastlos den Bindern sie zu. Dabei stand schweigend am Schwaden,
in den Händen das Zepter, der König in herzlicher Freude.
Herolde richteten abseits, unter der Eiche, das Essen,
hatten geschlachtet den großen Stier und besorgten ihn eifrig;
Gerstenmehl rührten in Menge die Frauen zum Teig für die Leute.*

Homer war auch der Erfinder der dichterischen Neutralität (in der er bisher von keinem Dichter nachgeahmt wurde): Das Schicksal der Angreifer und Verteidiger Trojas liegt ihm gleicherweise am Herzen; der Leser weiß nicht, ob er sich über den Fall Ilions – nach der zehnjährigen schweren Belagerung – freuen oder darüber traurig sein soll.

Wie wenn verheerendes Feuer hereinbricht auf holzreiche Waldung,
überallhin der wirbelnde Sturm es verbreitet, das Buschwerk
bis zu den Wurzeln dahinsinkt, bedrängt von dem Angriff der Flammen:

ebenso fielen vor Agamemnon, dem Fürsten, die Häupter
fliehender Troer hernieder . . .**

Der Trojanische Krieg fand bereits fünfhundert Jahre vor der Zeit Homers statt. Vielleicht hat es den Trojanischen Krieg gar nicht gegeben, vielleicht ist dies alles wie auch die darin vorkommenden Götter nur das Produkt der dichterischen Phantasie? Dies wurde lange Zeit angenommen, bis sich vor hundert Jahren der ehemalige Kaufmann

* Homer. Werke in zwei Bänden. Erster Band. Ilias, Aufbau-Verlag, Berlin und Weimar 1971, S. 381

** ebenda, S. 206

und spätere Archäologe, der geniale Heinrich *Schliemann*, mit der Ilias in der Hand aufmachte und aus der Tiefe eines Hügels das alte Troja ausgrub. Er traf nicht nur auf eine Stadt, sondern auf die Spuren von zehn Städten, eine auf den Ruinen der anderen erbaut, unter ihnen war es die siebente, die Agamemnon, Achilles und Odysseus zehn Jahre lang belagerten, die Hektor verteidigte und die Homer besang. Vom Gesichtspunkt der Weltgeschichte war die Schlacht von Troja ein unbedeutendes kleinasiatisches Scharmützel, jedoch vom Blickwinkel der Weltkultur ein viel bedeutungsvolleres Ereignis: Die Literatur wurde daraus geboren.

Griechische Denker

Zu Homers Zeiten war das Zeitalter der „heroischen Kämpfe“ bereits abgeschlossen. Diese Kämpfe waren im Grunde genommen nur deswegen heroischer als die früheren und späteren, weil die dichterische Phantasie die Krieger nachträglich zu Halbgöttern stempelte und die Sagenwelt, den Machtsstreit der Stämme und Städte in die Kapriolen der olympischen Götter mit einbezog. Im 8. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung begann der Verfall der Militäraristokratie, an deren Stelle ein immer stärker werdender Demokratisierungsprozeß trat, der im 5. Jahrhundert — zur Zeit Perikles' — seine Glanzepoche erreichte und der Welt ein Beispiel für eine Lebensform gab, die seitdem als Goldenes Zeitalter in der Weltkultur weiterlebt.

Die meisten der zum Goldenen Zeitalter zählenden Jahrhunderte waren ebenso durch Kämpfe gekennzeichnet wie die vorangegangenen und folgenden Jahrhunderte oder Jahrtausende. Sie waren zum Teil noch geschichtsträchtiger: Damals entstanden die Stadtstaaten — Athen, Sparta, Theben und andere —, und damals führte auch das Griechentum gegen die Entsetzen verbreitenden Heere der Perser Darius und Xerxes einen Kampf auf Leben und Tod. Aus der Ferne betrachtet ist es kaum verständlich, wie sich das Griechentum inmitten der verhängnisvollen Bedrohung entfalten und — wenn auch nur für eine kurze Zeit — eine verhältnismäßig ausgeglichene demokratische Gesellschaftsordnung herausbilden und zugleich parallel hierzu eine ästhetisch verfeinerte Kunst entwickeln konnte. Dabei spielte zweifelsohne das wirtschaftliche Leben im Altertum eine maßgebliche Rolle — bereits vor den Griechen und später bis zur Verbreitung des Christentums —, das auf der Sklavenarbeit beruhte, wodurch es möglich war, daß viele, ohne daß sie sich am Produktionsprozeß beteiligten, leben und — falls sie dazu begabt waren — ihre freie Zeit der Beschaulichkeit, ihren philosophischen und wissenschaftlichen oder künstlerischen Interessen widmen konnten.

Die griechische Philosophie suchte ihre Antworten auf die Fragen über das Dasein nicht in der Mythologie, sondern in der Natur. Ent-

stehung, Dasein und Vergänglichkeit – das sind die Fragen der Philosophie; alltäglicher ausgedrückt: Woher kommen wir, wer sind wir, was wird aus uns? Die Mythologie beantwortet diese Fragen in ihrer Weise; sie löst beispielsweise die Frage der Welterschaffung durch den Urnebel und die miteinander kämpfenden Götterriesen sowie die nach der Einhaltung der durch die kleinen und großen Götter vorgeschriebenen Riten und jene nach der Vergänglichkeit. Auch das ist eine Art des Philosophierens. Ungefähr sechshundert Jahre vor unserer Zeitrechnung hingegen traten jene *ionischen Philosophen* in Erscheinung, die dies als Religion oder Sage, jedoch nicht als Daseinsklärung betrachteten. Sie wandten sich zur Beantwortung dieser Frage der Natur zu.

Dies ist zugleich alles, was wir über die ionischen Philosophen sagen können, und eigentlich das einzige, was wir genau über sie wissen. Es schadet nicht, sich zu vergegenwärtigen, daß von den Werken der Philosophen vor Platon und Aristoteles nur Fragmente und Hinweise erhalten geblieben sind. Demzufolge haben wir nur schleierhafte Vorstellungen über das, was sie in Wirklichkeit dachten, lehrten und glaubten. Wenn die Geschichtswissenschaft aus einigen weisen Aussprüchen die gesamte Persönlichkeit eines Philosophen nachträglich rekonstruieren muß, dann scheint dieses Unterfangen sehr schwierig oder auch äußerst leicht zu sein: leicht nämlich deshalb, weil sie alles frei, nach ihrem Gutdünken auslegen kann. Und dies geschah auch mit den Philosophen des Altertums, die von jeder Ideologie entsprechend ihrer eigenen Meinung interpretiert wurden, oft in völlig widerspruchsvoller Weise. Vor dieser Gefahr wollen wir uns hüten und uns mit dem wenigen, was wir wissen, begnügen und unsere Meinung höchstens in Form von Vermutungen hinzufügen.

Über *Thales von Milet* beispielsweise, den ersten griechischen Philosophen, beziehungsweise über seine philosophische Konzeption wissen wir alles in allem nur so viel, daß für ihn der Urgrund aller Dinge das Wasser war, aus Wasser sind wir entstanden, zu Wasser werden wir. Eigentlich ist das recht wenig, um ihn als großen Philosophen zu verehren, wenn auch das Wasser ein wichtiges Element des Lebens ist. Genauso wichtig ist auch die Luft; und in der Tat, *Anaximenes* bezeichnete die Luft als Urelement um so eher, weil das Leben mit dem ersten und letzten Atemzug beginnt und endet. In der dazwischenliegenden Zeit, in seiner Ansicht um vieles darüberstehend, lebte *Anaximander*, dem zufolge weder das Wasser noch die Luft, sondern der in sich Materie und Geist gleicherweise enthaltende „Urstoff“ (Apei-

ron) Ursprung für die Entwicklung des Alls aus der Unendlichkeit ist. Der Urstoff entstammt der Unendlichkeit, ist unvergänglich, befindet sich in ständiger Bewegung und Änderung und kehrt schließlich ins Unendliche zurück. Die Erde ist eine in der Unendlichkeit schwebende Kugel; auf ihr hat sich das Leben stufenweise, in einer immer komplizierteren Form entwickelt. Diese verworrenen, doch genialen Vorstellungen tragen bereits bei großzügiger Betrachtungsweise den Keim der Lehren Laplaces oder Darwins in sich; noch bedeutungsvoller ist, daß sie auf der praktischen Beobachtung der Natur beruhen. Und tatsächlich, die griechischen Philosophen waren nicht nur gute Theoretiker, sondern entsprechend ihrer Zeit gut ausgebildete Astronomen, Mathematiker, Geometer und Geographen. Die Schifffahrt erforderte Kenntnisse über den Stand der Sterne (in Ermangelung von Kompaßnadeln mußten sie sich nach dem Stand der Sterne orientieren): Anaximander erforschte das Bewegungssystem der Fixsterne und Planeten und fertigte wahrscheinlich als erster brauchbare Landkarten (für die Schifffahrt) an. Thales sagte beispielsweise den mutmaßlichen Zeitpunkt der Sonnenfinsternis voraus.

Der Wert der Erfahrung

Die Erfahrung mag noch so nützlich sein, doch sie führt nicht unbedingt zum Erkennen der Wahrheit. Zu dieser betrüblichen Erkenntnis, die seit eh und je nicht nur die Philosophie, sondern auch unser alltägliches Leben beeinträchtigt, gelangten bereits die alten Griechen. Die gleiche Erscheinung kann nämlich von zwei Personen individuell auf die eine oder andere Art erfahren oder beurteilt werden. Welche ist nun die „richtige“? Das ist das große Handikap der Philosophie. *Parmenides* maß als erster dem Zweifel im Rahmen der Philosophie eine besondere Bedeutung bei – mit *Zenons* Unterstützung –, und zwar in einer besonders extremen Weise: Es könne nicht etwas zugleich da und dort sein – demnach gibt es keine Bewegung. Es könne nicht etwas existent und nicht existent sein – demnach gibt es keine Entstehung, Entwicklung und Vergänglichkeit. Das Sein und das Dasein sind unveränderlich, ewig und eins; sie bergen keinerlei Widersprüche in sich. Die Erfahrung ist mannigfaltig und veränderlich, sie widerspiegelt das, was im Grunde genommen zeitlos, beständig und eins ist; demzufolge könne gegenüber der unzuverlässigen Er-

fahrung einzig und allein das Denken den Widerspruch beheben — das Sein ist folglich mit dem Denken identisch.

Diese extreme Klügelei kann auf zwei Grundprinzipien reduziert werden. Das eine ist die Unzuverlässigkeit, die Unzulänglichkeit der Erfahrung, das andere die Priorität, die führende, ja schöpferische Rolle des Verstandes, des Denkens.

Ungefähr zur gleichen Zeit befaßte sich *Heraklit* gleichfalls mit den Widersprüchen, den gleichzeitigen oder fließenden Gegensätzlichkeiten, nur daß er zu vollkommen anderen Ergebnissen gelangte: Für ihn war gerade der in den Dingen vorhandene Gegensatz der natürlichen Zustand des Seins. Er übernahm den in der griechischen Philosophie allgemein vertretenen Grundsatz, wonach „alles eins ist“, doch dieses *eine* verändert sich immerfort und ist selbst in seiner Gleichheit nicht eindeutig. Um das zu illustrieren, genügt folgendes Beispiel: „Wir treten in denselben Fluß, und trotzdem ist es nicht derselbe.“ Es befindet sich alles in Bewegung, im Kampf, in vergänglichem Zustand; das Sein ist nicht Beständigkeit, sondern Ablauf, und zwar der fließende Kampf gegensätzlicher Elemente. Die Gegensätze fordern einander heraus wie der Tag die Nacht, die Jugend das Alter, das Leben den Tod. Die Welt ist ein einziges Feuer, mal lodert es auf, mal verlöscht es; ihren Rhythmus erhält sie durch den Kampf der gegensätzlichen Kräfte; denn „Kampf ist der Vater und König aller Dinge“. Nicht nur in der Natur, sondern auch in der Gesellschaft.

Die Ungewißheit der Erfahrung führte *Pythagoras* und seine fast religiös geprägte Sekte zu seiner Zahlenphilosophie und — mit der allmählichen Ablösung der mystischen Phrasendrescherei — zur geometrisch-mathematischen Entwicklung. *Empedokles* kam daher auf den Gedanken, daß die Welt aus vier Grundelementen bestehe (Feuer, Luft, Wasser und Erde), die durch Liebe vereint und durch Haß getrennt werden. Nach willkürlichem Belieben kann die Liebe mit Anziehung und der Haß mit Abstoßen identifiziert werden. So entstand ein Weltbild, in dem die Bewegung der Materie von natürlichen Kräften gelenkt wird. Die vier Grundelemente haben zweieinhalbtausend Jahre hindurch ihr Prestige im wissenschaftlichen Denken bewahrt. Empedokles hatte im übrigen auch Versuche über die Ausbreitung des Lichtes durchgeführt und eine natürliche Erklärung über die Abstammung der Lebewesen vertreten. Das waren zwar verfrühte Versuche, doch sie veranschaulichen deutlich die unerschrockene Neugierde und den naturwissenschaftlichen Hang der Hellenen.

Leukipp findet für das Natursystem eine andere Erklärung: Er setzt

voraus, daß das Universum aus unsichtbaren und unteilbaren kleinen Teilen, aus Atomen mit gleicher Qualität, bestehe, deren Form, Beschaffenheit und Zustand jedoch unterschiedlich sind. Aus der Vermischung und Bewegung dieser Teilchen entstand das Leben. *Demokrit* entwickelte die antike Atomlehre (die mit der modernen Atomphysik wenig Ähnlichkeit hat) weiter. Ihm zufolge besteht auch die Seele beziehungsweise der Geist aus Atomen – und zwar aus glattrunden, beweglichen, feuerwerkskörperähnlichen Atomen –, die, in den grobkörnigen Atomen des Körpers verteilt, die Bewegung hervorbringen, im Herzen das Empfinden, in der Leber die Sehnsucht und im Gehirn das Denken.

Das ist im wesentlichen der Kern, der sich aus den Spekulationen der frühhellenistischen Philosophen herauschält. Sie griffen die wichtigsten Fragen der Philosophie und der Erkenntnistheorie auf und gaben mit kühner Sicherheit ziemlich unsichere Antworten, deren geistreicher Inhalt jedoch in keiner Weise abgeleugnet werden kann. Im allgemeinen ist die Fragestellung eindrucksvoller als die Beantwortung: Die erstere wird eindeutig klar erkannt, bei der letzteren bewegen sie sich im dunkeln tastend. Doch konnte das anders sein? Es wäre anachronistisch, ihre Denksysteme auf der Grundlage heutiger philosophischer Gesichtspunkte zu beurteilen. Bei Parmenides oder Pythagoras stoßen wir auf Spuren des Idealismus, bei Demokrit auf den mechanischen Materialismus, bei Heraklit auf die dialektische Denkweise, wobei sich bei jedem derart viele gegensätzliche Elemente miteinander vermischen, daß eine solch vereinfachte Auslegung ein falsches Bild ergeben würde.

Alle bisher behandelten Philosophen lebten und wirkten an der Peripherie des hellenischen Kulturraumes: an den Küsten Kleinasiens, in Sizilien, Italien, Thrakien. Zur gleichen Zeit fanden auf der griechischen Halbinsel und an den Küsten die schicksalsvollen Schlachten mit Persern, aber auch zwischen den griechischen Stadtstaaten statt. Athen übernahm dabei die führende Rolle und öffnete der Philosophie seine Tore.

Athen in seiner Blütezeit

In der Entwicklung der Demokratie des Altertums spielte – neben vielem anderen – die Geldwirtschaft eine wichtige Rolle. Das Geld wurde zwar nicht von den Griechen erfunden, doch wie das Rechnen

und die Schrift haben sie auch die Nutzung des Geldes weiterentwickelt. Vordem gab es auch schon reiche und arme Leute, doch Vermögen zu erwerben, Kapital anzulegen, Geld auf Zins auszuleihen und Schulden zu machen war nur mit einer entwickelten Geldwirtschaft möglich. Dieser Umstand erhöhte das Ansehen der Kaufleute in erheblichem Maße, so daß sie auf Grund ihres Geldes eine Machtstellung erreichten, über die früher nur geborene Aristokraten verfügten. Das Ansehen der Aristokratie sank sogar gegenüber dem stets zunehmenden Einfluß der Bürger immer mehr.

Die Demokratie selbst — die Herrschaft des Volkes — wurde im Grunde genommen nie verwirklicht, sie blieb ein Ideal, dem man sich mehr oder weniger näherte. Im 5. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung lebten beispielsweise in Athen 400 000 Menschen, davon 250 000 Sklaven, die von vornherein vom Recht, das die Demokratie dem Volke zusicherte, ausgeschlossen waren. Von den verbleibenden 150 000 Einwohnern waren 120 000 keine echten Stadtbewohner, sondern *eingewanderte* Fremde, zwar mit mehr Freiheiten als die Sklaven, doch ohne echte Bürgerrechte. Demnach waren nur die verbleibenden 30 000 Einwohner im „Besitz“ der Demokratie. Dieser Teil der Bevölkerung war zwar dem Recht nach gleichgestellt, doch die wirtschaftliche Lage dieser Bürger war äußerst unterschiedlich: Zu ihnen gehörten Vertreter der Aristokratie, wohlhabende Bürger und mittellose Bevölkerungsschichten.

Gleichheit konnte es demnach nicht geben. Jedoch die *Redefreiheit* stand jedem Bürger zu, und davon machten diese regen Gebrauch. Wenn auch die Athener Demokratie nicht die wirkliche Herrschaft des Volkes verkörperte, so bedeutete sie in jedem Falle eine gewaltige Entwicklung gegenüber den früheren autokratischen Systemen. Aus einem Abstand von zweieinhalbtausend Jahren ist es heute leicht, die Fehler der frühen Demokratie aufzudecken. Doch selbst mit ihren Fehlern stellt sie einen Versuch dar, wofür wir in der Geschichte lange Zeit nichts Gleichwertiges finden.

Gab es einen ersten Anstoß?

Das Philosophieren wurde in Athen von dem Ioner *Anaxagoras* eingeführt. Dieser erste Athener Philosoph war gleichzeitig auch der letzte „Naturphilosoph“ dieser Epoche: Ihn wie auch seine Vorgänger be-

schäftigten vor allem die Fragen nach dem Ursprung, dem Weser des Seins und dem Mechanismus der Natur.

Entsprechend der Lehre Anaxagoras' gibt es kein Entstehen und keine Vergänglichkeit, es gibt nur Vermischung und Auflösung; die Materie befindet sich in ständiger Umformung. Die Umgestaltung der Materie erfolgt im wesentlichen durch Bewegung. Doch wenn sich etwas bewegt, bewegt es sich dann von allein, oder wird es durch etwas in Bewegung gesetzt? Diese Alternative wurde zu einer fundamentalen Frage der Philosophie: Trägt die Materie die Bewegkraft in sich selbst, oder befindet sie sich außerhalb von ihr? Ist die Materie in sich und für sich ausreichend, oder ist sie noch auf *etwas*, auf eine äußere treibende Kraft, ein lenkendes Element, einen leitenden Geist angewiesen?

Seitdem die moderne Physik in die tiefsten Schichten der Materie eingedrungen ist, die Moleküle, die Atome, die Bestandteile der Atome, ihre elementaren Teilchen, die Art und Gesetze ihrer Energiebildung aufgedeckt worden sind — seitdem ist es verhältnismäßig leicht zu glauben, daß Masse und Energie keine zwei unterschiedlichen Dinge sind, sondern zweierlei Erscheinungsformen der gleichen Materie. Diese physikalische Erkenntnis ist jedoch ein wissenschaftliches Ergebnis unseres Jahrhunderts. Selbst wer die Prinzipien der modernen Physik uneingeschränkt anerkennt, bei dem taucht möglicherweise auch die Frage auf: Schön und gut, doch wer hat sich dies alles „ausgedacht“, einschließlich der Bewegungsgesetze des Weltalls, wer hat die Bewegung in Gang gesetzt, wer hat sich das Dasein ausgedacht, wer gibt dem Dasein den Sinn? Die Fragestellung der *dualistischen* Denkweise geht grundsätzlich davon aus, daß sie die Welt in Bewegung und Antrieb, in Materie und Geist, Körper und Seele, in voneinander unabhängige beziehungsweise aufeinander wirkende Prinzipien teilt.

Das sind schwierige und verfängliche Fragen, ganz abgesehen von den mystischen Auswüchsen (die eher dem Gebiet der Religion und der Metaphysik angehören), vor allem wenn ein moderner materialistischer Biologe darlegt, daß „der Geist auf den Körper einwirkt“ und sich unabsichtlich in dualistischer Weise äußert. Entsprechend meiner monistischen Einstellung müßte man folgendes sagen: Eine Funktion des Körpers steht in Wechselwirkung mit der anderen. Die bedeutende Rolle des Geistes und des Verstandes erfährt jeder auch heute noch. Dabei kann man leicht dem Trugschluß verfallen, den Geist nicht als höchste Funktion der Materie anzuerkennen, sondern

als ein autonomes, von der Materie unabhängiges Wesen — wie es auch Anaxagoras vor zweitausendfünfhundert Jahren tat, als er den Antrieb der Materie in einen von der Materie abhängigen Begriff kleidete. Dies war der Augenblick, bei dem in der Philosophie die Materie und der Geist scharf voneinander getrennt wurden. Von da an tauchen solche Fragen auf: Was war früher da? Wer herrscht über das andere? Wie wirken beide aufeinander? Solange der Mystizismus nicht mit Stumpf und Stiel aus dem menschlichen Denken ausgerottet ist, wird die dualistisch vertretene Anschauung immer wieder von neuem ihr Haupt erheben.

Der Mensch ist das Maß aller Dinge

In der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts entfaltete der Demokratismus eine Art „Aufklärung“, was in Anführungszeichen gesetzt werden muß. Während sie an Stelle des Universums das Individuum, die Funktion des Ich, als Objekt der Philosophie in den Mittelpunkt stellt, gibt sie die Unerkennbarkeit des eigenen Ausgangspunktes zu und entzieht sich dadurch die Grundlage und die Möglichkeit einer objektiven Prüfung. Diese geistige Strömung wird als *Sophistik* bezeichnet, ihre Anhänger heißen *Sophisten*. Die Bezeichnung hat bis zum heutigen Tage ihren abwertenden Charakter bewahrt. Wenn ein Gedanke als rein sophistisch bezeichnet wird, bedeutet das, daß er keinen realen Inhalt hat, daß es sich um eine leere Phrasendrescherei handelt.

Wenn auch die Sophisten zu diesem mißlichen Ruf selbst beigetragen haben, sollte ihre Denkweise nicht einfach damit abgetan werden, sie als unsinnig zu bezeichnen. Die Übereinstimmung der gesellschaftlichen Lage mit der Philosophie einer Epoche war vielleicht noch nie so eindeutig und offensichtlich wie im Zeitalter der Sophisten: Die Sophisten enthüllten nicht nur das Wesen des altertümlichen Demokratismus und bewirkten dadurch dessen Verzerrung (heute würden wir sie als „Entlarver“ bezeichnen), sondern sie brachten den Stein vor allem dadurch ins Rollen, indem sie aufdeckten, was unter der Oberfläche brodelte.

Kurz gesagt trat folgendes ein: Die Demokratie sah sich veranlaßt, eine Menge falscher Götzen zu stürzen und die Individualität zu entfesseln, doch sie bot hierzu keine moralische Unterstützung. Die Menschen des 5. Jahrhunderts begannen an den Göttern, ihren Vor-

fahren und Helden, an der Berufung der Führer des Staatsapparates und an ihrer eigenen Zuverlässigkeit und der ihrer Mitbürger zu zweifeln. Dieser Zweifel war begründet. Doch als die entfesselte Individualität zur Einsicht kam, daß es auch anders gemacht werden könnte, wollte ein jeder nach seinem eigenen Kopf herrschen, zur Geltung kommen, bestimmen, hauptsächlich jedoch Nutzen ziehen. Die Entfesselung der Individualität führte dadurch zum Eigennutz, Karrierismus, zur Demagogie, Intrige und zum moralischen Zerfall.

Diese Entwicklung stützte die sophistische Philosophie und führte zu deren Entfaltung. Sie war so lange revolutionär, solange sie die Scheinautorität zerstörte und die individuelle Freiheit verkündete, doch sie wurde destruktiv, als sie das gesellschaftliche Interesse durch egoistisches Handeln ersetzte. Die Sophisten erklärten wohlweislich, daß es keine allgemein gültige Wahrheit gäbe, die Moral relativ sei, die Erfahrung ungewiß, die Welt vielgestaltig, ein jeder empfinde die Qualität der Welt entsprechend seiner Individualität. Protagoras' berühmter Ausspruch „Der Mensch ist das Maß aller Dinge“ enthält eine bedeutsame Wahrheit, doch er enthält auch eine große Gefahr. *Welcher* Mensch eignet sich als Maß aller Dinge? Nicht „*der Mensch*“ im allgemeinen, sondern jeder einzelne für sich kann daraus ableiten, daß die Welt so oder auch anders ist und letzten Endes *überhaupt nicht* existiert – wie dies der extreme Sophismus *Gorgias'* auch ausdrückte: Das Seiende existiert nicht, selbst wenn es existiert, ist es nicht erkennbar. Demnach erweist sich alles als ungewiß, Begehrlichkeit, Gewalt und Arglist werden gerechtfertigt, die Freiheit wird zur Zügellosigkeit, die Gesetzlosigkeit zur Ehrenhaftigkeit.

Die Sophisten standen auf der höchsten Stufe der Bildung ihrer Zeit, sie vermittelten – für gutes Geld – breiten Kreisen ihre Kenntnisse, entwickelten dabei ihre polemischen Fähigkeiten bis ins Extreme und waren vorzügliche Redner. Neben der zersetzenden Wirkung ihrer Schaumschlägerei ist ihre *impulsgebende* Rolle unbestritten; darin gleichen sie den englischen Freidenkern und den Philosophen der französischen Aufklärung. Die Ähnlichkeit reicht so weit, daß Protagoras wegen seiner atheistischen Lehre aus Athen verbannt und sein gottesleugnerisches Buch auf dem Marktplatz öffentlich verbrannt wurde – was auch mit den Werken Voltaires und Helvétius' zweitausendzweihundert Jahre später geschah.

Die Krise der so zuversichtlich begonnenen Athener Demokratie wurde immer offensichtlicher. Bereits zu Homers Zeiten war erkennbar, wie unverträglich, gewalttätig und streitsüchtig die mit geflügel-

ten Worten in keiner Weise geizenden Hellenen waren. Außerdem waren sie auch leicht beeinflussbar. Das Zeitalter Perikles' öffnete nicht nur den künstlerischen Neigungen die Tore, sondern auch der Demagogie. Nichts war einfacher, als bei Volksversammlungen Unzufriedenheit zu erregen und den entfesselten Volkszorn zu unbesonnenen Taten anzustacheln. Die beleidigte Aristokratie stand dem Volk nicht bei, die neureichen Kaufleute und Handwerker kümmerten sich nur um ihre Geschäfte, die durch Losentscheid gewählten leitenden Beamten genossen kein Ansehen und verhielten sich gleichgültig. Wer über ein vernünftiges Urteilsvermögen verfügte, wich dem entfachten Volkszorn geschickt und vorsichtig aus. Thukydides, Anaxagoras, Protagoras und Phidias wurden verbannt, Herodot und Gorgias – wie auch später Platon – verließen die trübe Atmosphäre der Stadt. Zu den inneren Schwierigkeiten gesellten sich äußere Störungen, wie der Aufstand in Samos und der Streit mit Korinth, was dem alten Feind Sparta gute Gelegenheit zur bewaffneten Einmischung bot: Im Jahre 431 vor unserer Zeitrechnung nahm der ein Menschenalter anhaltende Peloponnesische Krieg seinen Anfang. In Athen brach die Pest aus, Perikles starb, der Athener Bund fiel auseinander, und ein aristokratischer Putsch gefährdete die sowieso schwache Demokratie. Der Putsch wurde niedergeschlagen, später ergriffen dreißig Tyrannen die Herrschaft, die Volksmacht nahm es auch mit ihnen auf, doch die politische und moralische Unsicherheit konnte nicht mehr aufgehalten werden.

Es trug sich zu dieser Zeit zu, daß auf dem Marktplatz von Athen, auf den Straßen und im Hafen ein unordentlich gekleideter, barfüßiger, häßlicher und schwächlicher Mann herumlungerte, mit Gerbern, Flickschustern, Sackträgern und Schiffen Gespräche führte, doch auch mit Philosophen und Politikern, die ihn aufsuchten, diskutierte. Dies war *Sokrates*.

Ein Plebejer namens Sokrates

Über ein philosophisches System verfügte er nicht, aus seinen Lehren legte er kein einziges Wort schriftlich nieder. Daß uns seine Ideen trotzdem gut bekannt sind, ist seinen eifrigen Schülern, insbesondere Xenophon und Platon, zu verdanken, die nach seinem Tode sein Andenken verewigten und seine Ideen der Nachwelt überlieferten. Xe-

nophons Buch ist in erster Linie eine Verteidigungsschrift: Er wäscht seinen Meister von den Beschuldigungen rein, auf deren Grundlage das Athener Gericht ihn zum Tode verurteilte. Platon tut das gleiche, doch er macht Sokrates gleichzeitig zum Sprecher seiner eigenen Philosophie, so daß nicht eindeutig festzustellen ist, was Sokrates in seinen Dialogen selbst gesagt hat und um wessen Ideen es sich tatsächlich handelt.

Was jedoch eindeutig feststeht: Sokrates war kein Naturphilosoph, sondern ein Moralphilosoph, beziehungsweise er bewegte sich auf der Linie der Sophisten, doch mit umgekehrten Vorzeichen. Wenn das Maß aller Dinge der Mensch ist, wie es Protagoras lehrte, mußte entsprechend seiner Ansicht der allgemeingültige und generelle Begriff des Menschen, der als Maß zugrunde gelegt werden kann, gefunden werden. Es müsse grundsätzlich für alles, für jedes Ding, *die Definition* gefunden werden, denn nur eine klare und eindeutige Definition ermögliche eine richtige Beurteilung. Die Menschen neigen – entsprechend Sokrates – von Grund auf zum Guten, und wenn sie sich trotzdem schlecht verhalten, tun sie es nur, weil sie über keine klaren Begriffe verfügen. Nur Wissen und Erkenntnis sichern richtiges Handeln.

Zu klaren Begriffen zu gelangen ist allerdings nicht einfach. Die Methode, die Sokrates dazu anwendete, ist *dialektisch* und *induktiv*. Sie ist nicht dialektisch, weil sie in den Dialogen das Für und Wider der Polemiker gegenüberstellt (von einer echten Gegenüberstellung konnte sowieso keine Rede sein, weil die Kontrahenten in den meisten Fällen Sokrates doch zustimmten), sondern weil Sokrates mit seiner gewandten Didaktik die Begriffe aus den Widersprüchen und Gegensätzen herausschälte und sie ihrer Phrasen entledigte. Und induktiv ist sie, sofern sie von konkreten Fällen ausgeht, diese einander gegenüberstellt, sie des Beiwerkes entledigt und so zu generellen – allgemeingültigen – Begriffen kommt.

Durch seinen Tod erhob er seine Moral zur erhabenen Lehre. Ethische Thesen auszusprechen ist im allgemeinen leicht, entsprechend diesen zu leben und – vor allen Dingen – in ihrem Geiste das Risiko eines im Grunde genommen vermeidbaren Todes zu übernehmen, das bringen nur wenige Menschen mit sokratischer Würde und Weisheit zustande. Mit seinem Leben bot er ein Beispiel, wie durch Wissen gefestigte Tugend um keinen Preis geopfert werden darf. Er hielt sich von der politischen Karriere fern, lediglich in einem einzigen Fall geriet er – auf Grund einer Losentscheidung, was er übrigens ver-

achtete — in eine Situation, in der er über das Schicksal anderer entscheiden mußte: Dabei scheute er nicht die Gefahr, sich für ein gerechtes Gerichtsurteil einzusetzen. Als Sokrates im Alter von siebenzig Jahren von einigen bornierten und neidischen Männern unter dem Vorwand der Gotteslästerung und der Jugendverführung unter Anklage gestellt wurde, wäre es für ihn ein leichtes gewesen, die Begnadigung zu erwirken und sein Leben zu retten oder der Haft zu entfliehen, doch er tat es nicht. Er lehrte die Beachtung des Gesetzes, und, obwohl er die gesetzgebende Körperschaft verachtete und dieses Urteil für falsch hielt, er zollte dem Gesetz Achtung, selbst als es ihn das Leben kostete. Dieses eigentlich edle Verhalten beweist im Grunde das Scheitern der sokratischen Moralphilosophie — daß also Tugend keinen allgemeinen Begriff hat —, doch sie bot Platon die Möglichkeit, seinem Meister und dessen tugendhaftem Verhalten für Jahrtausende ein Denkmal zu setzen.

Die Platonische Idee

Unrecht zu erdulden sei besser als welches zu verüben; diese moralische Erkenntnis legt Platon Sokrates in den Mund, doch mit seinem Leben und seinem Tode bestätigt Sokrates selbst, daß er ebenso dachte.

Platon war anders. Wir haben uns daran gewöhnt, in einem Atemzug mit Sokrates auch den Namen Platons zu nennen, denn Sokrates wurde durch Platon berühmt, der sich zu den Lehren seines Meisters bekannte und dessen Philosophie weiterentwickelte. Da jedoch Platon in seinen Dialogen seine eigene Anschauung meistens durch Sokrates zum Ausdruck bringt, vermischten sich Individualität und Philosophie beider Philosophen — obwohl sie sich grundsätzlich voneinander unterscheiden.

Sokrates war Plebejer, ein zerlumpter Mann des Volkes, mittellos und anspruchslos; Platon hingegen ein wohlhabender Aristokrat. Sokrates war dem Volk zugetan, Platon den Auserwählten. Sokrates lebte im Zeitalter des Perikles, Platon wurde erst nach Perikles' Tod geboren. Sokrates war stets Athen treu geblieben und achtete seine Gesetze, Platon verließ Athen und zerbrach sich über neue Gesetze den Kopf (die übrigens die Welt kaum verbessert hätten). Sokrates lehrte auf dem Marktplatz und am Hafen, Platon hingegen lehrte an



Platon, 427–347 v. u. Z.

der Akademie. Sokrates wurde angeklagt, geschmäht und hingerichtet. Platon stand in hohem Ansehen. Sokrates legte keine einzige Zeile schriftlich nieder. Platon schrieb ein Buch nach dem anderen.

Dabei handelt es sich nur um Äußerlichkeiten, doch auch ihre Philosophie unterscheidet sich voneinander. Sokrates bekannte sich zur Lösung des Orakels von Delphi (*Gnothi seauton* – Erkenne dich selbst) und hielt die Wirksamkeit der Philosophie für äußerst beschränkt. Platon hingegen knüpfte an die philosophische Weisheit seiner mit rosigen Vorstellungen verbundenen idealen und traumhaften Verhältnisse so viele Hoffnungen, daß er die Lenkung der Gesellschaft einzig und allein darauf aufbauen wollte. Die utopische Gesellschaft, die Platon in seinem umfangreichsten Buch – *Der Staat* – beschreibt – wobei er seine eigenen Vorstellungen Sokrates in den Mund legt –, hätte niemals die Zustimmung seines Meisters gefunden: Die Persönlichkeit systematisch, beginnend vom Säuglingsalter, zu knebeln und zu verfälschen ist keine Demokratie, sondern heißt Diktatur.

Daß jede Epoche – selbst jedes Einzelwesen – die Philosophen nach eigenem Gutdünken bewertet, ist natürlich, doch bei der Einschätzung Platons vermengen sich solche extrem gegensätzlichen

Elemente, daß dies über das übliche Maß hinausgeht. Sein riesiges Lebenswerk umfaßt heute 2300 Druckseiten. Auf zwei Seiten kann man nicht alles wesentliche über ihn berichten, beschränken wir uns deshalb auf das Wichtigste: auf die Erläuterung der platonischen *Idee*.

Platon lehrt, daß die Erscheinungen auf zweierlei Arten wahrzunehmen sind, durch das *Empfinden* und *Denken*. Das Sehen, Hören, Fühlen und so weiter, also das Empfinden, erfolgt durch unsere Organe; die Organe sind jedoch unvollkommen, demnach ist auch das Empfinden unvollkommen. Wenn wir unseren Körper — das Empfinden — ausschalten und uns nur ausschließlich auf das Denken konzentrieren, gelangen wir zur Erkenntnis der vollkommenen Wahrheit. Doch was ist die vollkommene Wahrheit? Die *Idee*, die Vorstellung des Vorhandenen. Die Idee: Begriff, Form, Ideal, Muster, Bild, Prototyp, also die Verallgemeinerung, die Abstraktion des Vorhandenen. Das Bett oder der Tisch können so und so, aber auch anders sein, keine der einzelnen Formen ist vollkommen, hingegen „das“ Bett, „der“ Tisch, also der *Begriff* des Bettes oder des Stuhles, umfaßt in sich alle möglichen Betten und Tische. Er ist so lange vollkommen, solange die einzelnen Exemplare am Gedanken „teilhaben“.

Das ist der Inbegriff der Ideenlehre Platons. Es ist eine dualistische und idealistische Philosophie; dualistisch, weil sie den unsterblichen Geist scharf vom verderblichen Körper trennt, und idealistisch, soweit sie die Idee als existent und ausschlaggebend betrachtet und sie nicht als abstrahiertes Ergebnis, als Abstraktion der Verstandestätigkeit ansieht. Sein Idealismus ist insoweit objektiv, da er das Vorhandensein der Wirklichkeit anerkennt, hingegen subjektiv, weil er die Wirklichkeit sozusagen als Schatten der Faßbarkeit, Erkennbarkeit betrachtet. Er lehnt die Erfahrung nicht ab, doch er hält sie für nicht ausreichend und bezeichnet das Denken als unfehlbaren Wegweiser. So gerät in den menschlichen Handlungen die Idee vor die Verwirklichung: Ein Bett kann ich erst anfertigen, wenn in mir die Idee, der Begriff eines Bettes vorhanden ist. (Doch woher habe ich diese Idee? Mit dieser Dialektik hat sich Platon nicht befaßt.) Wo es sich nicht um Handlungen, sondern beispielsweise um Meinungen handelt, dort ist die Idee zeitlich der Wirklichkeit nicht „voraus“, sondern auf Grund ihrer „Vollkommenheit“ ist nämlich die Idee ein konzentriertes Ideal, an dessen Vollkommenheit die Wirklichkeit lediglich „teilhat“.

Diese reiche und gedankenanstregende Lehre kann leicht in die Irre führen. Trotzdem, das Lebenswerk Platons blieb nicht zufällig über

zweitausenddreihundert Jahre erhalten. Die geistreichen Dialoge, die Kühnheit der Dialektik, die künstlerische — dichterische — Formulierung, die Tugend, die Schönheit, die Wahrheit, die vielseitige Beleuchtung des Erosbegriffes boten der Philosophie Jahrtausende hindurch reiche Nahrung. Eine „Idee“ fehlt freilich: die Realität.

Dies ergänzte noch zu Lebzeiten Platons sein großer Schüler Aristoteles.

Form und Materie bei Aristoteles

Als im Jahre 367 vor unserer Zeitrechnung der siebzehnjährige junge Aristoteles seine Heimat Thrakien verließ, um Schüler des berühmten Platon zu werden, war die Macht und Kultur Athens bereits dem Untergang geweiht. Nicht der griechische Gott war altersschwach geworden, sondern die Athener Demokratie. Auf die Hellenen warteten noch große Aufgaben, doch die Selbständigkeit der Stadtstaaten und ihre Demokratie waren bereits stark gefährdet. Der sittliche, wirtschaftliche und militärische Zerfall bereitete den Boden für die Idee eines „großen Zusammenschlusses“, einer panhellenischen Idee vor, die zugleich den Sturz des griechischen Freiheitsideals bedeutete, andererseits aber die Glorie und Macht eines großen griechischen Reiches in Aussicht stellte.

Dieser Gedanke wurde durch einen nördlichen, einen unkultivierten, aber auf seine rohe militärische Stärke vertrauenden *makedonischen* Stamm verwirklicht. Zunächst von Philipp II. durch politische List, und schließlich von Alexander dem Großen dank seiner militärischen Genialität. Aristoteles war Erzieher Alexander des Großen. Er verwirklichte an seinem Schüler den „großen Zusammenschluß“ in unvergänglicher Weise, nicht in der Politik, sondern im wissenschaftlichen Denken.

Ausgangspunkt der aristotelischen Philosophie ist, daß die Welt aus beweglicher Materie besteht. Wir müssen uns daran gewöhnen, daß diese einfache Ausdrucksweise bisweilen eine Erläuterung, eine Umschreibung erfordert: Die in der Philosophie gebräuchlichen Wörter und Begriffe stimmen nicht immer mit der Bedeutung der im Alltag verwendeten Worte überein. So beispielsweise die Wörter Welt, Bewegung und Materie wie auch Tätigkeit und Form, die immer wieder angeführt werden. Die Welt bedeutet für uns das Universum; es ist



bedeutend größer als seinerzeit von Aristoteles angenommen, andererseits jedoch kleiner, denn er setzte etwas Bewegungsloses voraus, das imstande ist, die Bewegung in Gang zu bringen und zu betreiben — demnach setzte er etwas Übernatürliches voraus. Der Begriff Bewegung wird heutzutage oft durch Funktion oder Aktion ersetzt, und die Materie selbst ist bei Aristoteles begrifflich so weit gefaßt, daß wir getrost auch „etwas“ oder „alles“ sagen könnten. Es scheint doch zweckmäßiger, bei seinen ursprünglichen Wörtern zu bleiben, sich aber der Auslegungsmöglichkeiten der Wörter bewußt zu sein.

Die Welt besteht demnach aus in Bewegung befindlicher Materie, folglich steht sie nicht still, sondern sie verändert, formt und entwickelt sich ständig. Das Verhalten der *Materie* hängt von ihrer Form ab. Die heutige Bedeutung des Wortes *Form* kann hierbei irreführen. Wir verstehen unter Form einen stabilen Zustand, das aristotelische *Eidos* hingegen drückt die „Qualitätsgestaltungen“, die „Beschaffenheitswerdung“ aus, folglich etwas, das wirksam ist und deshalb der Materie einen Sinn verleiht. So besteht beispielsweise der Tisch aus seiner eigenen Materie, doch sie wird erst auf Grund der Formgebung zum Tisch. In dieser potentiellen Materie ist auch noch vieles

andere verborgen, so könnte zum Beispiel auch ein Stuhl daraus gefertigt werden; daß es schließlich ein Stuhl oder Tisch wird, entscheidet die Form. Mit Aristoteles' Worten: Sokrates' Materie verändert sich fortlaufend: Sein Körper altert, sein Geist wird weiser, doch seine Form — beziehungsweise daß er Sokrates ist — bleibt unverändert. Die beiden zusammen, die sich verändernde Materie und die gleichbleibende Form, existieren unabhängig voneinander. Die Materie gibt die Notwendigkeit, die Möglichkeit und die Ursache, die Form die Realisierung, die Entwicklung, das Ziel. Das elementare Bestreben einer jeden Substanz — Materie — Form — Einheit — ist, sich selbst vollkommener zu realisieren. Die Welt befindet sich in einer ständigen Entwicklung; die Triebfeder der Entwicklung ist die innewohnende Vollkommenheitsbestrebung. Die Form der Lebewesen ist die Seele.

Das ist das Fazit jener Philosophie, die im Altertum der unumstrittene Höhepunkt des Denkens war, doch auch im Mittelalter und in der Neuzeit ihr Ansehen bewahren konnte. Sie bekannte sich zum Materialismus (denn sie geht von der Materie aus und betrachtet die Form und die Materie als Ganzes), aber auch zum Idealismus (denn sie setzt einen äußeren Bewegungsverursacher und eine in Richtung göttlicher Vollkommenheit fortschreitende zielstrebige Entwicklung voraus), doch sie steht in mancher Hinsicht sowohl zum Materialismus als auch zum Idealismus in Widerspruch. Kann das anders sein? Eine philosophische Anschauung kann immer nur in ihrer eigenen Epoche und im Rahmen der jeweiligen Kenntnisse richtig eingeschätzt werden; die Philosophie Aristoteles' enthält sowohl materialistische als auch idealistische Züge; sie stellt ein großangelegtes Bemühen zur homogenen Deutung der Erscheinungen in der Welt dar, eine *kühne* Antwort auf Fragen, auf die niemand eine *sichere* Antwort geben konnte. Über Aristoteles nachzudenken lohnt sich heute noch, doch alles einfach zu glauben ist nicht ratsam: Es führt in eine Sackgasse — wie es auch der Scholastik passierte.

Aristoteles bezeichnete seine Philosophie als Erste Philosophie, doch durch Zufall wurde sie allgemein als *Metaphysik* bekannt (dieser Name entstand bei der Herausgabe der philosophischen Werke durch ihre Einordnung hinter den naturwissenschaftlichen, „*meta physika*“ — „hinter der Physik“). Heute bezeichnen wir jene Gedanken als metaphysisch, die in der Welt der Ungewißheit, des Übernatürlichen kreisen.

Die größte Bedeutung des Wirkens Aristoteles liegt darin, daß er

den wissenschaftlichen Beweis entwickelte. In seinem riesenhaften Lebenswerk — dessen wesentlicher philosophischer Inhalt im Verhältnis zum quantitativen Umfang des Gesamtwerkes verschwindend klein ist — versuchte er einerseits, von der Realität ausgehend, die Gesetzmäßigkeiten der Natur und der Gesellschaft zu beschreiben und zu analysieren, andererseits war gerade er es, der in seiner *Logik* das Denken und zeitbeständige Regeln für die Schlußfolgerung und Definitionen fixierte. So die Ableitung einer Aussage aus zwei anderen: Jeder Mensch ist sterblich — Peter ist ein Mensch — demnach ist Peter sterblich . . . Es gibt zweierlei Wahrheiten: allgemeine und individuelle. Die allgemeine Wahrheit ist generell, axiomatisch — thesenhaft: Sie bedarf keiner weiteren Beweisführung — sie ist zeitlos und unveränderlich wirksam. Die individuelle Wahrheit hingegen hat aktuellen Charakter, sie ist veränderlich, hier und gerade jetzt wahr, doch im folgenden Falle anders. Als Beispiel einer allgemeinen Wahrheit: *Der* Mensch ist so; hingegen einer individuellen Wahrheit: *Dieser* Mensch ist so. Das Ziel der Wissenschaft gemäß Aristoteles ist es, die unveränderlichen, generell gültigen, allgemeinen Wahrheiten zu erforschen.

Von der Physik bis zur Biologie, von der Kosmologie bis zur Meteorologie, von der Psychologie bis zur Systematik der Tiere und Pflanzen, alles hatte in diesem beispielloos produktiven Kopf Platz. Selbst wenn ihn seine Schüler und Mitarbeiter beim Sammeln von Material unterstützt haben, auch dann ist sein Gedankenreichtum, sein umfassender und systematischer Geist bewunderungswürdig. Das objektive Erkennen der Natur deckte im Laufe der Zeit seinen Irrtum auf: Sein geozentrisches Weltbild wurde durch die Astronomie Galileis und Kopernikus' — wenn auch nach hartem Ringen — überwunden, seine falschen anatomischen und biologischen Thesen durch die Biologie der Neuzeit verdrängt und die Systematik der Tiere und Pflanzen durch das System Linnés abgelöst; daraus könnte die leichtfertig urteilende Nachwelt schließen, daß Aristoteles ein großer Dummkopf war. Doch nicht Aristoteles war dumm, sondern jene Nachwelt, die eintausendfünfhundert Jahre hindurch sich unbeugsam an den Irrtum des Meisters klammerte und sich dann leidenschaftlich gegen ihn wandte — nicht gegen seinen Irrtum, sondern gegen den Meister selbst. In der Philosophie, Sittenlehre, Soziologie, Biologie, sogar in der Medizin genügte es zu sagen, *ipse dixit* — er selbst hat gesagt —, und jedes Argument verstummte, denn jeder wußte, daß mit „ipse“ Aristoteles selbst gemeint war, gegen dessen Autorität zu streiten

unziemlich und vergebens sei; später jedoch drehte sich der Würfel, es wurde ihm jede Vernunft abgesprochen. Aristoteles war ein Geistesriese des 4. Jahrhunderts vor unserer Zeitrechnung, innerhalb seiner Grenzen ein Kind seiner Zeit (wie jeder Mensch), doch in den großen Zügen der Wissenschaftsgeschichte ein wahres Geschenk für die gesamte Menschheit.

Stoa und Epikur und ihre gegensätzlichen Lehren

Die griechische Philosophie ging mit Aristoteles nicht zu Ende, obwohl die führende Rolle Athens nach den Eroberungskriegen Alexanders des Großen nach und nach zurückging. Dagegen erlebten die Kulturzentren der peripheren Städte Magna Graecias, der Inseln, der kleinasiatischen und afrikanischen Küstengebiete wie auch Siziliens einen neuen Aufschwung. In der Philosophie florierten damals die Schulen der Epikuräer, Stoiker und Skeptiker. Sie befaßten sich mit Ideen, mit denen sich auch heute noch grübelnde Geister beschäftigen. Die Autorität Aristoteles' beeinträchtigte die Wirksamkeit dieser Schulen, obwohl einzelne Vertreter bisweilen in der Tiefe des Denkens den Meister übertrafen.

Das trifft insbesondere für die Philosophie der *Stoa* zu (Stoa: Säulenhalle, wo Zenon ungefähr dreihundert Jahre vor unserer Zeitrechnung seine Philosophenschule eröffnete; die Philosophie der „Halle“ bestand und gedieh über ein halbes Jahrtausend lang). Der Ausgangspunkt der Stoiker ist die materielle Einheit der Welt: Ohne Körper und Materie existiert nichts, nur die Idee. Die betriebsame, schöpferische Kraft, welche die Materie zum Leben erweckt, ist Gott. Die Ordnung in der Natur ist vollkommen, die Menschen müssen sich ihr unterordnen. Alles Widernatürliche ist unmoralisch und überflüssig. Die Weisheit ist die Verwirklichung eines natürlichen und tugendhaften Lebens, Überwindung der Leidenschaften, Abwendung von Macht und Reichtum und Hinwendung zu Duldsamkeit und Genügsamkeit. Alles ist vergänglich, alles kehrt in den ewigen Kreislauf zurück. Das einzige zu erreichende Ziel ist: ein tugendhaftes Leben.

Auf der Priorität der Materie basiert auch die Philosophie des *Epikur*, dem allerdings von seinen Zeitgenossen und Nachfolgern boshafterweise Genußsucht nachgesagt wurde. Die Epikuräer betrachteten, entgegen der Entsagung der Stoiker, den Lebensgenuß als höchstes Ziel, doch sie wollten dies nicht mit der Jagd nach vergäng-

lichen Genüssen erreichen, sondern durch die Glückseligkeit eines tugendhaften und ruhigen — also eines gewissenhaften und ausgeglichenen — Lebens. Mit seiner Naturphilosophie steht Epikur auf der Grundlage der „aufgeklärten“ und vernunftsmäßigen Philosophie, der realen Naturerkenntnis. Er schließt aus der Deutung der Natur möglichst alle übernatürlichen, magischen und geheimnisvollen Elemente aus. Diese Deutung der Welt kennen wir ausführlich aus der großen naturphilosophischen Dichtung des römischen Dichterphilosophen *Titus Lucretius Carus* „Über die Natur der Dinge“ (*De rerum natura*), einer bis in unsere Tage allgemein beliebten Lektüre. Lucretius demonstriert in seinem Werk nüchtern und in einer auch heute noch durchaus zutreffenden Beweisführung die Einheit des Universums, die natürliche Entwicklung, die Verflechtung von Körper und Geist, die Sterblichkeit der Wesen und ein von Wundern und göttlicher Einmischung freies natürliches Leben. Seine Anschauung stimmt annähernd mit der Ansicht der monistisch-materialistischen Naturphilosophen des vergangenen Jahrhunderts überein.

Damit du nun erkennen kannst, daß der Geist und die leichten Seelen der lebenden Wesen Geburt und Tod haben, will ich meine Verse, die ich lange gesucht und mit süßer Mühe gefunden habe, Verse, würdig deines Lebens, weiter vor dir ausbreiten. Verbinde nur beide unter einem Namen, und wenn ich weiter zum Beispiel „Seele“ sage, um ihre Sterblichkeit zu lehren, nimm an, daß ich auch den Geist meine, da sie ja eines untereinander und ein eng verbundenes Ding sind.*

Die Römer hatten einen anderen Gedankenkreis als die Griechen. Es ist eine verbreitete Meinung, daß sich das militärisch starke, nach der Weltherrschaft strebende Volk der Römer nur für das praktische Leben interessierte und sich der Kultur gegenüber gleichgültig verhielt. Diese Meinung ist unbegründet, denn das Volk Ovids und Horatius' kann man keineswegs als kulturlos bezeichnen. Was die Römer auf dem Gebiete der Literatur, Architektur und bildenden Kunst zustande brachten, ist bis heute von bleibendem Wert. Für das abstrakte Denken, das Philosophieren, interessierten sie sich jedoch weniger: Sie waren nüchterner, besonnener. Ihnen wurde zwar durch griechische Sklaven Bildung beigebracht, doch das römische Recht- und Sittenideal überlebte die Zeit ihres Niederganges.

* Lukrez, Über die Natur der Dinge, Akademie-Verlag, Berlin 1972, S. 185

Griechische Ärzte und Astronomen

Die Glanzzeit der Literatur, Kunst, Philosophie und Naturwissenschaft war zugleich mit einer großzügigen Entfaltung der griechischen Heilkunde verbunden. Heilbehandlung gab es schon früher. Die Heilkunst wurde bereits zur Zeit Homers hoch eingeschätzt, doch von einer wirklichen Wissenschaft konnte bei den alten Griechen ebensowenig die Rede sein wie bei den Magiern oder Medizinmännern. Sie quacksalberten und boten lediglich erste Hilfe. Beim Arzt des frühen Altertums war nicht das Wissen ausschlaggebend, sondern der *Kult*: Im Heiligtum des Heilgottes Äskulap wurde an Stelle wissenschaftlicher Methoden mit Zauberei geheilt; diese über lange Zeit vertretene Anschauung wurde erst im Zeitalter der Aufklärung von Hippokrates und anderen hervorragenden Ärzten reformiert.

Äskulaps Heiligtum

Äskulap war eine Sagengestalt. Vielleicht lebte er auch wirklich in der Tiefe der Zeit, und die phantasiereichen Griechen haben ihn nachträglich mit einem Sagenkreis umgeben: Sie machten ihn zum Kind des Gottes Apollon und einer Königstochter, das von dem weisen Zentauren Cheiron in einer Höhle aufgezogen wurde. Dadurch verfügte Äskulap über heilsame Zauberkräfte, so daß er selbst Tote aufwecken konnte. Äskulap gab seine Kenntnisse seinen Kindern weiter: *Machaon* wurde oberster Wundarzt, *Podaleirios* oberster Arzt für innere Krankheiten, *Panakeia* und *Hygieia* hingegen wurden erste Spezialisten für Arzneizubereitung und gesunde Lebensweise (Gymnastik, Diät, Luftkur und so weiter). Nach seinem Tode wurde Äskulap von Zeus zum Leben erweckt und als Gott in den Olymp aufgenommen.

Der so zum Gott erhobene Arzt — mit dessen Karriere nur der ägyptische Heilgott Imhotep konkurrieren kann — wurde innerhalb

Antike Elfenbeinschnitzerei
mit der Darstellung der Hygieia,
Tochter des Heilgottes Äskulap



kurzer Zeit Alleinherrscher in dem von Griechen bewohnten Gebiet. Im Laufe der Zeit festigte sich sogar sein internationales Ansehen: Sein Schlangensstab gilt auch heute noch weltweit als Symbol der Heilkunde. Auf der griechischen Halbinsel und vielen anderen Inseln – vor allem an Orten mit Heilquellen – wurden später der Gesundheit dienende Heiligtümer, *Asklepieione*, errichtet, in denen die Nachkommen des Heilgottes, die *Asklepiaden*, jahrhundertlang die Geheimnisse ihrer Heilmethoden sorgsam hüteten. Aus den kleinen Heiligtümern wurden im Laufe der Zeit mächtige Tempel, eine Art Wallfahrtsorte, wo die hinpilgernden Kranken von einem großen Ärzteapparat behandelt wurden. Die ärztliche Kunst war eng mit der Funktion der Priester verbunden. Das wichtigste Mittel der Heilung bestand aus dem „Schlaf im Heiligtum“ – der Inkubation: Der Kranke wurde durch Waschungen, Fasten und Opferdarbringungen entsprechend vorbereitet, dann in das Heiligtum gebracht, wo er – vermutlich durch die Wirkung betäubender Getränke – in einen Traumschlaf verfiel. Der Oberpriesterarzt erschien darauf dem Patienten im Traum und heilte ihn von seiner Krankheit.

Außer dieser suggestiven Methode wandten die heilkundigen Prie-

ster verschiedene Mittel der Volksheilkunde an. Sie verabreichten den Kranken Abführ- und Brechmittel, schweißtreibende und betäubende Mittel. Sie kannten die günstige Wirkung der Diät, der Gymnastik und Massage, und sie verstanden auch einiges von der Wundbehandlung. Insgesamt jedoch stand ihr Wissen kaum über dem Niveau der Kurpfuscherei. Bei Ausgrabungen von Heiligtümern sind Danksagungstafeln gefunden worden, die von wundersamen Heilungen berichten. Dies ist jedoch eher ein Beweis für die gut organisierte Werbung der Asklepiaden als ein Ausdruck ihres wirklichen medizinischen Könnens.

Die Schule des Hippokrates

Die magische Anschauung und Praxis der Äskulaplehre mußte von den Asklepiaden selbst überwunden werden. In den Asklepieionen von Knidos, Kos, Knossos, Kroton, Pergamon und Athen entstanden gut entwickelte Medizinschulen, an denen die Krankheitssymptome aufgezeichnet, die Erfahrungen der Heilung gesammelt und immer neuere Untersuchungsmethoden eingeführt wurden. Der Name des auf der Insel Kos wirkenden *Hippokrates* kennzeichnet die neue Richtung. Er war nicht nur deren Begründer, sondern ihr Führer und ihre größte Persönlichkeit. Mit ihm haben unzählige bekannte und unbekannte Ärzte gegen die magische Anschauung gekämpft.

Dieser bedeutsame Schritt in der Medizin fällt ungefähr in die erste Hälfte des 4. Jahrhunderts vor unserer Zeitrechnung, also in die Zeit, als sich der aufgeklärte ionische Geist im griechischen Denken durchsetzte: Demokrit war Hippokrates' Zeitgenosse. Hippokrates' Wirken wurde der Nachwelt durch eine fragmentarische medizinische Sammlung – durch das *Corpus hippocraticum* – übermittelt. Von den vierundfünfzig erhalten gebliebenen Abhandlungen stammen vielleicht sechs von Hippokrates selbst, die anderen teils von seinen Schülern, teils von Ärzten aus anderen Heilschulen, insbesondere aus Knidos und Alexandria. Dieses Sammelwerk war zwei Jahrtausende hindurch das anerkannte Handbuch der Ärzte.

Bedenkt man dabei, daß zu Hippokrates' Zeiten die Grundlagen der Anatomie, Physiologie und Pathologie im Arsenal der Ärzte fehlten, kann man von den Ausführungen des Sammelwerkes vom Gesichtspunkt einer modernen medizinischen Behandlung nicht viel er-

warten. Mitunter die zutreffende Beschreibung einer Krankheit — oder vielmehr eines Symptomkomplexes —, die Beschreibung einer seit Urzeiten gebräuchlichen Droge oder der Wirkung einer physikalischen Behandlung, der Hinweis auf die Bedeutung diagnostischer Symptome. All dies hat lediglich medizinhistorischen Wert, die wissenschaftliche Bedeutung ist gering. Der Wert des Sammelwerkes besteht nicht in den praktischen Hinweisen, sondern in den beispielhaft vertretenen *medizinischen Ansichten*.

Die Schule des Hippokrates wandte sich nämlich als erste gegen das übernatürliche, das magische Denken. Sie lehnte die Rolle der Zauberei in der Medizin ab und suchte an deren Stelle die Ursachen der Krankheit und der Heilung in der Natur selbst. Sie bekennt sich zur heilenden Kraft der Natur und stellt die Tätigkeit des Arztes in den Dienst der Naturkräfte: Der Organismus kämpft gegen die Krankheit, und die Aufgabe des Arztes ist es, den Organismus dabei zu unterstützen. Um die Krankheit durch Beobachtung, Erfahrung und Folgerung erkennen und beseitigen zu können, ist eine sorgfältige Registrierung des Krankheitsablaufes nötig. Einzig und allein dadurch kann aus den einzelnen Symptomen auf das jeweilige Notwendige geschlossen werden.

Das ist die praktische Lehre der hippokratischen Schule. Ihre theoretische Grundlage ist die sogenannte Humoralpathologie, das heißt die pathologische Vorstellung, daß die Krankheit durch die unproportionale Verteilung der Organsäfte — Blut, Schleim und Galle — verursacht wird. Das ist zwar eine irrige, übertriebene und naive Theorie, doch immerhin der erste Versuch einer Erklärung, daß die Entstehung der Krankheit nicht auf magisch-aherergläubische Faktoren, sondern auf Vorgänge des Organismus selbst zurückzuführen ist.

Hellenische Gelehrte

Im Jahre 331 vor unserer Zeitrechnung befreite der siegreiche Alexander der Große Ägypten von persischer Herrschaft und gründete am Ufer des Mittelländischen Meeres, im Nildelta, eine Stadt, die bald zu einer Halbmillionen-, vielleicht auch einer Millionenstadt anwuchs und einige Jahrhunderte hindurch der geistige Mittelpunkt der Welt war: Alexandria. Obwohl Alexandria zu Ägypten gehörte, handelte es sich bei seiner hohen Kultur nicht um die Renaissance der ägypti-

schen Glanzepoche, sondern um die Weiterentwicklung der griechischen Kultur. Die Herrschaft des Reiches lag in den Händen der Ptolemäerdynastie, deren erster Vertreter einer der Heerführer Alexanders des Großen war, ihr letzter Repräsentant hingegen die berühmte Kleopatra, mit deren Sturz die dreihundertjahrelange Blütezeit endete.

Die ersten Ptolemäer waren kunst- und wissenschaftsbegeisterte Herrscher, und da das entwickelte Gewerbe und der Handel die materiellen Möglichkeiten dazu boten, entwickelte sich die Stadt innerhalb einiger Jahrzehnte zu einem Kulturzentrum, wofür es in der Geschichte wenige Beispiele gibt. In den riesigen Bibliotheken wurden annähernd eine Million Buchrollen aufbewahrt, die Schulen glichen Universitäten, und man verfügte außerdem über gut entwickelte Krankenhäuser, Sternwarten, zoologische und botanische Gärten, ganz abgesehen von Theatern, Zirkussen, Gymnastikhallen und Bädern. Und das Außergewöhnlichste daran war, daß den Wissenschaftlern staatliche Unterstützung zuteil wurde. Sie wohnten innerhalb des Museions — des wissenschaftlichen Instituts. Ihre gesamte Versorgung war gesichert. Sie konnten sich voll auf der Forschung widmen. Wissenschaftler und Künstler aus aller Welt strömten nach Alexandria, wo vor allem Griechen Zuflucht und Betätigung fanden.

Die spätere Generation des Ptolemäer Geschlechtes setzte bedauerlicherweise die ruhmreiche Tätigkeit ihrer Vorfahren nicht fort. Äußere Kriege und innerer Zwist schwächten gleichermaßen das künstlich entstandene Reich. Die blühende Stadt wurde im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung von Kaiser Augustus in jenes Dunkel zurückgestoßen, aus dem sie Alexander der Große seinerzeit zum Leben erweckt hatte. Die Bibliotheken wurden ein Raub der Flammen, die Schulen leerten sich, die Paläste verkamen, und die Einwohner Alexandriens zerstreuten sich in alle Welt.

Philosophen, Physiker, Astronomen und Ärzte waren gleichermaßen vom Vorteil und der Zweckmäßigkeit der Zusammenarbeit überzeugt. In der Philosophie überwogen hauptsächlich die besonnenen Ideen Epikurs. In der Astronomie genoß *Hipparch* großes Ansehen, der wahrscheinlich als erster exakte Beobachtungen der Himmelskörper betrieb. Er versuchte, die Bahnen der Planeten zu bestimmen, des weiteren die Entfernung des Mondes zur Erde zu berechnen. Zur Bestimmung einzelner fester Punkte der Erde führte er Längen- und Breitengrade ein. Ferner ermittelte er die Jahreslänge genauer als frühere Astronomen und fertigte Sternverzeichnisse und -karten an.

Selbst spätere griechische und arabische Verfasser berichten noch über seine unzähligen astronomisch-mathematischen Arbeiten, die uns leider nicht überliefert wurden.

Noch wirkungsvoller und bezeichnender ist das Wirken *Ptolemäus Claudius* als Geograph, Astronom und Mathematiker. Von ihm stammt die berühmt gewordene Epizykeltheorie, die die Bewegung der Planeten mit Hilfe der aristotelischen „Sphären“ erklärt: Das Himmelsgewölbe besteht aus konzentrischen Kristallsphären, die sieben Planeten vollziehen auf sieben gesonderten Sphären ihre Kreisbewegung um die Erde, doch außer ihrer Umkreisung bewegen sie sich noch auf einer ellipsenförmigen Laufbahn; diese Epizyklen sind individuell verschieden, deshalb ist auch die Laufbahn der Planeten unterschiedlich. Dieses geozentrische Weltsystem – mit der Erde als Mittelpunkt – galt in den folgenden eineinhalb Jahrtausenden als unerschütterlich. Es wurde erstmals von Kopernikus angezweifelt, doch erst nach den Berechnungen von Kepler und Galilei und der Erfindung des Fernrohrs trat das heliozentrische System – mit der Sonne als Mittelpunkt – an dessen Stelle.

Von den alexandrinischen Mathematikern ist heute vielleicht *Euklid* am bekanntesten. Das Wesen der euklidischen Geometrie geht am besten aus folgendem Axiom hervor: Zu einer Geraden kann von einem außerhalb dieser Geraden gelegenen Punkt nur eine einzige Parallele gezogen werden. János Bolyai, der geniale Mathematiker, gehörte zu den ersten, die die Realität dieses Grundsatzes anzweifelten, doch erst seit der Kenntnis über den gewölbten Raum und der Relativitätstheorie Einsteins ist die mathematische Ansicht allgemein gültig geworden, daß die euklidische Geometrie im Kosmos keine Gültigkeit hat. Im Alltagsleben kann man sich mit der Ansicht Euklids begnügen, doch unter Berücksichtigung kosmischer Bedingungen müssen wir entgegen der Theorie Euklids den gewölbten Raum berücksichtigen.

Zu seiner Zeit genoß der aus Kyrene stammende *Eratosthenes*, der berühmte Kustos der Bibliothek in Alexandria, ein noch höheres Ansehen als Euklid. Er war ein wirklicher Universalgelehrter, der sich auf vielen Gebieten betätigte, angefangen bei der Literatur bis hin zur Erdkunde. Von ihm stammt die erste großzügige Zusammenfassung einer Erdkunde auf wissenschaftlicher Grundlage (mit der klangvollen Bezeichnung: Die astronomische Erdkunde). Eratosthenes hielt die Erde für kugelförmig, teilte sie in fünf Zonen und berechnete ihre Oberfläche. Dabei wendete er zur Ermittlung ihrer Größe als erster

die Methode der Gradmessung an. Eratosthenes war ein hervorragender Mathematiker. Er erfand auch eine aufschlußreiche Methode zur Verdoppelung des Würfels – und ein Verfahren zum „Aussieben“ von Primzahlen unterhalb einer gegebenen Zahl.

Die führende Rolle Alexandrias stellte die Kultur der übrigen Städte der hellenistischen Welt keinesfalls in den Schatten. Die geistige Entwicklung dieser Epoche wird in zusammengefaßter Form als *hellenistische Kultur* bezeichnet, weil die Griechen – die Hellenen – auch dort die Wissenschaft und Kunst pflegten, wo nicht sie – sondern beispielsweise die Römer – die Macht ausübten. Auf der Insel Samos wirkte *Aristarch*, der „Kopernikus des Altertums“, der um das Jahr 250 vor unserer Zeitrechnung die heliozentrische Anschauung vertrat. Er lehrte, daß sich die Erde um ihre eigene Achse dreht und gleichzeitig auch um die Sonne bewegt. Leider konnte er seine geniale Vermutung nicht glaubhaft beweisen, und er wurde der Gotteslästerung beschuldigt. Aristarch gab aber den Anstoß zu einer Idee, die erst viel später verwirklicht und bewiesen werden konnte. Hingegen beherrschten die Griechen viele Grundgesetze der Mathematik, Physik und Mechanik, die auch heute noch gültig sind. Am bekanntesten unter den hellenistischen Physikern ist *Archimedes* aus Syrakus, der auch Ägypten bereiste und wahrscheinlich Kontakt zu seinen Kollegen in Alexandria hatte; doch er kehrte nach Syrakus zurück und erwarb sich durch seine genialen Kenntnisse in der Mechanik bei der Verteidigung der Stadt gegen die römische Belagerung besondere Verdienste. Doch durch die Übermacht der Römer fiel die Stadt schließlich, und der greise Gelehrte wurde von einem römischen Legionär erstochen. Einer Anekdote zufolge grübelte Archimedes gerade an einem physikalischen Problem, zeichnete Kreise und Formeln in den Sand, als ein römischer Soldat über ihn herfiel. Dabei soll er ausgerufen haben: „Störe mir meine Kreise nicht!“ Sein mathematisches und physikalisches Genie gebar mechanische Gesetze und Thesen, die bis zum heutigen Tag ihre Gültigkeit bewahrt haben. Ihr Ausmaß ist so groß, daß wir sie hier unmöglich aufzählen können – doch jedes Schulbuch für den Physikunterricht beginnt mit ihnen.



Ein aus dem Altertum stammendes Mosaik mit der Darstellung des Todes von Archimedes

Die Ärzte Alexandrias

Alexandria hatte nicht nur eine, sondern mindestens drei Ärzteschulen. Warum die Anhänger *Herophilos'* mit den Gefolgsleuten *Erasistratos'* auf Kriegsfuß standen, kann heute kaum festgestellt werden. Vermutlich haben nur persönliche Eitelkeit und Eifersucht den unaufhörlichen Wettstreit und Hader verursacht. Beide Professoren — so könnte man Herophilos und Erasistratos bezeichnen — waren hervorragende Lehrer, Wissenschaftler und Ärzte. Außerdem haben sich beide dadurch ausgezeichnet, daß sie die *Medizin* gegenüber den früheren Spekulationen *auf eine physiologische Grundlage* stellten. Darunter ist zu verstehen, daß sie schließlich den Schlüssel zum medizinischen Wissen fanden: die *Obduktion*. Der befreite Geist der frühen Ptolemäer machte es möglich, daß Ärzte bei Hinrichtungen zugegen sein und die Leichname nutzen konnten. Im Grunde genommen

kann erst von diesem Augenblick an von Wissenschaftlichkeit im Bereich der Medizin gesprochen werden.

Herophilos schrieb bald darauf sein Lehrbuch über Anatomie, selbstverständlich mit zahlreichen Irrtümern, aber auch mit vielen genauen und grundlegenden Beobachtungen. Er schrieb auch spezielle Bücher über Augenheilkunde, Geburtshilfe, Diät und über den Pulsschlag. Er führte die Lebensfunktion auf vier Kräfte zurück: auf die Nährkraft der Leber, die Erwärmung im Herzen, das Denken im Gehirn und die Gefühlskraft der Nerven. Demgegenüber schrieb Erasistratos dem „horror vacui“ — der Scheu vor der Leere — die entscheidende physiologische Rolle zu: Die Natur empfinde Scheu vor der Leere und verursache deshalb den ständigen kinetischen Ablauf der Verdauung, Aussonderung, Atmung und so weiter. Beide erklärten die Natur auf natürliche Weise, durch die Natur, und begründeten ihre Vorstellungen durch eine Reihe wertvoller biologischer Beobachtungen.

Das wichtigste Forschungsgebiet von Erasistratos ist das Gehirn. Er beschrieb dessen Beschaffenheit, Funktion, Windungen, Kammern und die daraus hervorgehenden Nerven, unterschied dabei Bewegungs- und Gefühlsnerven und betrachtete das Gehirn als den Sitz der Seele und des Geistes. Des weiteren fertigte er eine genaue Beschreibung über das Herz, die Herzklappen, das Adersystem und die Lunge an. Für die hauptsächliche Ursache der Krankheiten hielt er die Plethora, worunter er eine Anhäufung schlecht verdauter Nährstoffe verstand. In seiner Heilbehandlung maß er der Diät, dem Baden, dem Schwitzen, der Massage und der Gymnastik mehr Bedeutung zu als den Medikamenten. Auch Herophilos beschrieb mit ziemlicher Genauigkeit die Anatomie des Gehirns, der Hirnhaut und der Kammern, das Gefäßsystem, des weiteren den Aufbau des Auges, das Verdauungssystem, die Eingeweide, die Geschlechtsorgane. Er befaßte sich außerdem eingehend mit dem normalen und abnormalen Geburtsablauf. In seiner Klinik führte er die Spezialisierung der Arzt-tätigkeit ein.

Die Medizingeschichte berichtet noch von namhaften Augenärzten, Geburtshelfern, Anatomen, Pharmakologen und so weiter, die selbst den Geist der Schule von Alexandria noch bewahrten, als Ptolemäus Physkon — im zweiten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung — die Gelehrten aus Alexandria vertrieben hatte.

Den beiden alexandrinischen Schulen gebührt ewiger Ruhm, zumal sie in ihrer Praxis die Obduktion am Menschen eingeführt haben, die

vor ihnen so gut wie unbekannt war. Nach ihnen geriet sie länger als ein Jahrtausend wieder in Vergessenheit. Sich ihrer nicht mehr zu bedienen bedeutete einen ungeheuren Fehler, denn was dann im Laufe dieser Zeit in den Büchern der Anatomen niedergeschrieben wurde, beruhte überwiegend auf Trugschlüssen. Dies lag hauptsächlich daran, daß man an Stelle der Menschen Schweine sezierte, wobei man die festgestellten anatomischen Bedingungen bedenkenlos auf den menschlichen Organismus übertrug.

Die Anhänger der dritten alexandrinischen Schule bezeichneten sich als *Empiriker*. Wie bereits aus der Bezeichnung hervorgeht, betrachteten sie die Erfahrung und Beobachtung als grundlegende Maxime ihres Wirkens. Die Empiriker verwarfen die mystischen und abergläubischen Anschauungen der Asklepiaden, mißbilligten aber ebenso den Forschergeist der großen alexandrinischen Schulen, einschließlich der Physiologie und Autopsie. Sie meinten, es komme nicht darauf an, was die Krankheit hervorruft, sondern wodurch sie geheilt werden kann. Diese forschungsfeindliche Ansicht stand nicht samt und sonders im Widerspruch zur wissenschaftlichen Anschauung, sie vereinfachte lediglich die Probleme auf drei Faktoren: die Beobachtung, die Anamnese (Vorgeschichte) und die analoge Folgerung. Die Oberflächlichkeit und das Risiko dieser Methode ist offensichtlich, trotzdem gab es unter den Empirikern namhafte praktische Ärzte. Außerdem hat es an sich noch nie geschadet, der praktischen Erfahrung Bedeutung beizumessen.

Rom und seine Ärzte

Nach dem Untergang Alexandrias — im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung — übernahm Rom die geistige Führung, doch das wissenschaftliche Denken blieb auch weiterhin den Griechen überlassen. Den nüchtern und praktisch veranlagten Römern war und blieb sowohl die naturphilosophische Betrachtung als auch die astronomische Problematik und die Heilwissenschaft fremd. Ihre großen Ärzte — wie Asklepiades, Galenus, Soranus — waren ausschließlich Griechen.

Anfangs wurde der Ärzteschaft in Rom keine große Bedeutung beigemessen. Einem aus Kleinasien stammenden griechischen Arzt, der in Athen und Alexandria studiert hatte, gelang es, den Widerstand der

Römer zu überwinden und die Anerkennung des Ärztestandes zu erlangen. Dies war *Asklepiades*. Bewußt und nicht zufällig legte er sich den dem Gott der Heilkunst ähnelnden Namen zu. Asklepiades war ein sehr moderner Mensch; er glaubte nicht an die Unsterblichkeit der Seele, beachtete weder die Heilkunde des Hippokrates noch die Philosophie des Platon und Aristoteles, dafür bekannte er sich zur materialistischen Anschauung des Epikur und des Demokrit. Hippokrates' Humoralpathologie machte die Körpersäfte für die Krankheiten verantwortlich, Asklepiades hingegen erfand die „Solidarpathologie“, eine Krankheitslehre über feste Partikel: Der Organismus bestehe aus Atomen und dazwischen befindlichen Poren, die Gesundheit hänge vom richtigen Verhältnis der Atome und Poren ab, im Falle einer Krankheit können sich die Atome nicht bewegen, sie bleiben zwischen den Poren eingeklemmt stecken, oder die Krankheit beziehungsweise die Beschwerden werden durch eine Erschlaffung der Poren verursacht. Die Heilung müsse demnach durch eine Lockerung der Spannung (Aderlaß, heißes Bad, Schwitzen und so weiter) oder durch eine Beseitigung der Ermattung (kalte Abwaschungen, kräftigende Getränke, Anregungsmittel und so weiter) erreicht werden. In Asklepiades' Therapie spielte der Wein eine große Rolle, und zwar behandelte er die einzelnen Krankheiten mit verschiedenartigen Weinen – vielleicht war er bei den Römern gerade deswegen so beliebt.

Nachfolger Asklepiades' gründeten die Schule der *Methodiker*. Die Bezeichnung hat überhaupt nichts mit dem Wort Methode = Verfahren zu tun, sondern es bedeutet lateinisch die Mitte: die Poren, in denen sich die Atome bewegen, sollen nicht zu weit, aber auch nicht zu eng, sondern mittelgroß sein. Für diese nicht unbedingt als genial zu bezeichnende Lehre haben sich erstaunlicherweise viele Ärzte begeistert. Andere Ärzte hingegen haben sich zur *dogmatischen* oder *pneumatischen* Schule bekannt. Die Heilkunde steckte zwar noch in den Kinderschuhen, doch es gab bereits sehr viele Schulen und Richtungen, so daß gewissermaßen noch als Zugabe die *eklektische* Strömung hinzukam, die aus den Lehren aller Schulen das zusammenklaubte, was sie für richtig hielt, wobei sie auf die prinzipielle Grundlage keinen Wert legte. Wie viele Schulen es auch gab, welche leidenschaftliche Diskussionen die Ärzte auch miteinander führten, im wesentlichen benutzten sie alle die gleichen Medikamente und die gleichen Methoden.

Einer der fähigsten Ärzte Roms war *Soranus* aus Ephesus, der als Vater der Geburtshilfe verehrt wird, obwohl er sich mit jedem Zweig



Galenus, 130–200

der Medizin beschäftigte; seine Bücher über Wundheilkunde, innere Krankheiten, Physiologie, Arzneikunde und sein Lebenslauf als Arzt sind teilweise oder ganz verloren gegangen, sein Lehrbuch über die Geburtshilfe hingegen ist vollständig erhalten geblieben: So wurde aus ihm der Vater der Geburtshilfe. Aus seinem Buch geht hervor, wie die griechischen Ärzte über die Vorgänge im Zusammenhang mit der Geburt informiert waren, von der Physiologie der gebärenden Frau über den Geburtsmechanismus bis zur Pflege des Neugeborenen. Ihr grundlegender Irrtum bestand jedoch darin, daß sie die Geburt für eine aktive Tätigkeit der Leibesfrucht hielten. Sie verließen sich darauf, daß sich das Schambein der Mutter bei der Geburt automatisch öffne und das ungestüm nach außen dringende Neugeborene durchlasse. Ebendeshalb lehrte Soranus die Ärzte und Hebammen, sich bei der Geburt passiv zu verhalten, die Wehen mit sanftem Druck zu fördern, die Scheide zu weiten und den Damm zu schützen, jedoch die Austreibung möglichst der Natur zu überlassen.

Der wirksamste Arzt des Altertums war der aus Pergamon stammende *Galenus*. Er lebte im zweiten Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Sein Geburtsort war eine der kultureichsten Städte Klein-

asiens, mit Bibliothek, philosophischen und medizinischen Schulen; doch bevor sich Galenus in Rom niederließ, besuchte er auch die Ärzteschulen in Smyrna, Korinth und Alexandria. Als Arzt des Kaisers Marcus Aurelius genoß er in Rom großes Ansehen. Er schrieb unzählige Bücher, beschäftigte sich mit allen theoretischen und praktischen Zweigen der Medizin, schrieb über die Anatomie, die Physiologie, über Arzneien und Behandlungsmethoden, die Ursachen und Symptome der Krankheiten, die Prognose und gesunde Lebensführung, die Entlarvung von Simulanten und die psychische Beschaffenheit und Veranlagung. Außerdem hatte er auch noch für eine Reihe anderer philosophischer Studien Zeit.

Diese außerordentliche Produktivität bewertete man in den einzelnen Epochen äußerst unterschiedlich. Zu seiner Zeit wurde Galenus hoch verehrt und geschätzt, obwohl er durch seine Arroganz und Rechthaberei viele Gegner hatte. In den ersten Jahrhunderten des Christentums geriet er in Vergessenheit, doch als in der zweiten Hälfte des Mittelalters das Interesse für Naturwissenschaften zu steigen begann, wurde er unter den Verfassern des Altertums als erster wiederentdeckt. Galenus' Arbeiten wurden hoch eingeschätzt, und seine Autorität konnte bald mit der des Aristoteles wetteifern. Galenus' Thesen wurden im Laufe der Zeit als eine Art Offenbarung betrachtet, wovon abzuweichen ein unzulässiges Vergehen bedeutete. Im Zeitalter der Scholastik galten die Philosophie Aristoteles' und die Heilkunde Galenus' als die Bibel der Universitäten; die medizinische Praxis bedeutete im Grunde genommen nichts anderes als die Verwirklichung der Lehren des Galenus. Dieser starre Dogmatismus entwickelte sich selbstverständlich zum Hemmschuh des wissenschaftlichen Fortschritts und löste im unruhigen Zeitalter der Renaissance heftigen Widerstand aus: Die Medizin zu Beginn der Neuzeit verwarf die Lehren Galenus' und wandte sich neuen Wegen zu. Sein riesiges Lebenswerk besitzt heute nur noch historischen Wert, doch auch wenn man es nur teilweise kennt, begreift man schnell, weshalb es über eineinhalb Jahrtausende vorbehaltlos das medizinische Denken beherrschen konnte; in ihm sind eine große Konzeption und ein reiches Wissen enthalten.

Der Fortbestand eines Teils der Kenntnisse über altertümliche Heilkunde ist Cornelius *Celsus* zu verdanken. Celsus war kein Arzt, sondern eine Art praktizierender Laienwissenschaftler, der seinen Pflichten als Hausvater nachkam, unter anderem in der weisen Voraussicht, daß unter seinen Familienangehörigen oder Sklaven jemand

erkrankte. Von seiner vielbändigen Enzyklopädie blieb ausgerechnet der Teil erhalten, der medizinische Ratschläge enthält, der aber auch sein Ansehen bis in die Neuzeit bewahrt hat. Eine ähnliche wissenschaftliche Enzyklopädie wurde von *Plinius* dem Älteren angefertigt, die hauptsächlich naturwissenschaftliches Wissen enthält.

Das Mittelalter

Die historischen Zeitalter können selten voneinander eindeutig abgegrenzt werden. Zwischen der Kultur des Altertums und der des Mittelalters kann dennoch ein verhältnismäßig klarer Trennungsstrich gezogen werden, weil dem Sturz des Römischen Reiches eine Periode folgte, die der Kultur ihrer Vorgänger keine Beachtung schenkte. Später trat ein grundlegender Wandel ein; der Mensch des Mittelalters entdeckte nach einer einige Jahrhunderte währenden Abgeschlossenheit das Altertum und klammerte sich krampfhaft daran, wie um deutlich zu machen, daß die europäische Kultur organisch aus dem Erbe der mesopotamischen, ägyptischen, jüdischen, griechischen und römischen Tradition entstanden ist.

Die Kultur der in alle Richtungen strömenden germanischen Stämme war viel primitiver als die römische Zivilisation, doch der jahrhundertlang anhaltende Strom der Völkerwanderung ließ die Erinnerung an das antike Denken verblassen. Die immer mehr zur Geltung kommende christliche Ideologie vereinte zwar gewissermaßen die griechische Philosophie in sich — sowohl Plotin als auch der heilige Augustinus bauten ihr Systemdenken auf Platon auf, etwas später Thomas von Aquino auf Aristoteles, doch sie leugneten ständig den Wert und die Bedeutung des irdischen Daseins. Maßstab für die neue Wertordnung wurde die jenseitige Glückseligkeit, und nachdem an die Stelle der sich dem Schicksal gegenüber gleichgültig oder launenhaft verhaltenden vielen Götter der alleinige, allwissende und allmächtige Vater trat, wurden das Wissen, die Erkenntnis, die Forschung überflüssig, das Denken verdächtig, der Zweifel unzulässig.

War das Mittelalter wirklich finster?

Auch heute noch streitet man sich darüber, ob das Mittelalter finster war oder nicht.



Apotheker, Schneider, Barbier und Kürschner im mittelalterlichen Paris, Stich nach einer Miniatur aus dem 15. Jahrhundert

Die Antwort hängt davon ab, mit welchen Maßstäben wir das Finstere messen. Wenn wir uns mit der Vereinfachung begnügen, die mönchische Askese als Maßstab des mittelalterlichen Geistes zu betrachten, dann erscheint es uns sicherlich als finster (denn das Wesen der Askese ist die Entsagung, die Entsagung der eitlen Freuden des irdischen Daseins, auch des Wissens und der Schönheit — folglich des wesentlichen Inhaltes der Kultur: der Wissenschaft und der Kunst), nur daß einerseits die Askese nicht als allgemeiner Geist des Mittelalters betrachtet werden kann und andererseits auch die Askese ihre eigene Wissenschaft und Kunst entwickelt hat. Und wenn wir uns nur an den Prunk des byzantinischen Hofes, den Glanz der Fürstenhöfe, die Kunst der romanischen Kirchen und gotischen Kathedralen oder die Farbigkeit der ritterlichen Lebensformen erinnern, scheint uns keineswegs das Attribut finster angebracht zu sein. Und das späte Mittelalter, das ohne einen deutlich erkennbaren Übergang in die glanzvolle Renaissance hinüberfließt, war mit seinen blühenden Städten und der nicht im geringsten asketischen Lebensweise seiner Bürger schon ganz und gar nicht finster.

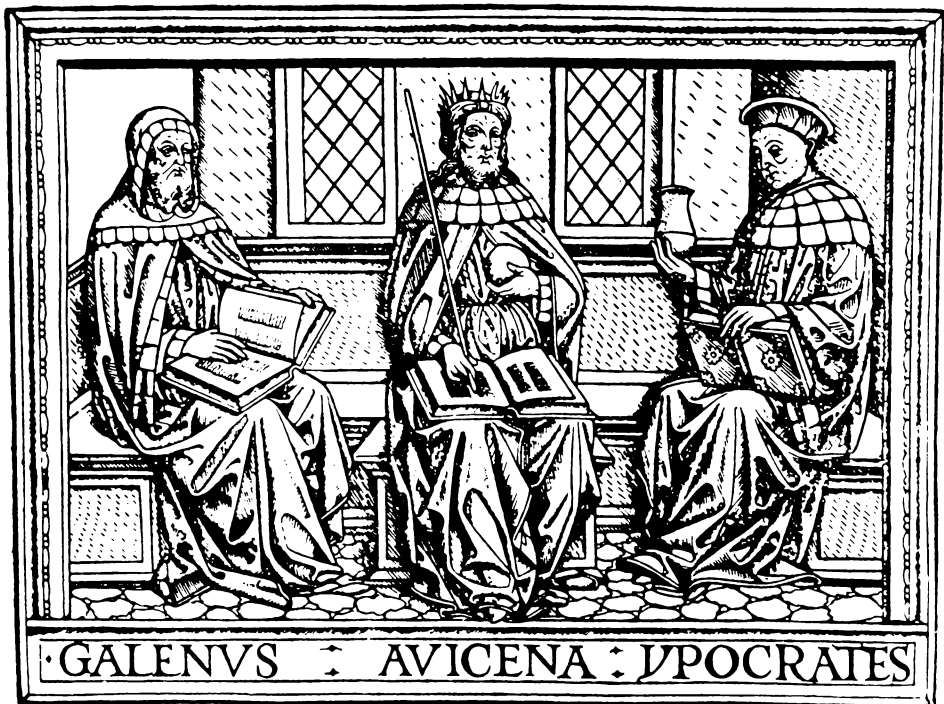
Wenn wir unsere Aufmerksamkeit lediglich auf die Erkenntnis der Natur richten, müssen wir erkennen, daß das Wissen des Altertums in den ersten Jahrhunderten des Christentums der Vergessenheit anheimgefallen war. Dies erfolgte vor allem durch den Wandel der Interessiertheit: Der Mensch des Altertums — insbesondere die klardenkenden und realistischen Griechen — interessierte sich in erster Linie für die Gesetzmäßigkeiten unserer irdischen Welt, das Christentum hingegen wandte seine Aufmerksamkeit den metaphysischen Fragen des Jenseits zu. Als Augustinus, Bischof von Hippo — der spätere heilige Augustinus —, das Universum in die Civitas Dei (Reich Gottes) und die Civitas Diaboli (Reich des Teufels) teilte, wurde jeder Gedanke, der sich mit dem Leib und der Lebenslust, dem irdischen Jammerdasein und der Natur befaßte, in das Reich des Teufels verbannt; dadurch wurde bewußt oder unbewußt der Weg der Naturwissenschaft verschlossen. In den Mittelpunkt des Interesses gelangten metaphysische Probleme: die Unsterblichkeit der Seele und ihr göttlicher Ursprung, das Mysterium der Schöpfung, das Verhältnis der Materie zur Form, das Verhältnis des Körpers zur Seele, der Beweis des Daseins Gottes und so weiter. Eifrigste Vertreter dieser theologisch-metaphysischen Philosophie waren die Kirchenväter. Ihr persönliches Verhalten war dem Ordensgeist untergeordnet, der eng die Grenzen ihres Denkens absteckte und streng ihre Geisteshaltung bestimmte.

Alexander von Hales hält — entsprechend Aristoteles — die Seele für eine Zusammensetzung der Materie und Form; Johannes Eriugena Scotus betrachtet die Materie für nur scheinbar vorhanden, für Johannes von Salisbury besteht die gemeinsame Seele aller Wesen aus dem Weltgeist, Bonaventura entfaltet aus den in der Materie enthaltenen Daseinskeimen die Form beziehungsweise den Geist und so weiter. Die naturwissenschaftliche Betätigung wird von Bernhard von Clairvaux als frevelhafte Neugierde bezeichnet und abgelehnt. Das Wissen mußte sich dem Glauben unterordnen, die Offenbarung galt ohne jedweden Beweis eines gültigen Zeugnisses; *Tertullians* berühmter Ausspruch (*credo quia absurdum* — ich glaube, weil es undenkbar ist) erklärt den Glauben in logischer Weise: Zum Verständnis natürlicher Dinge reicht das Wissen aus, was jedoch die Grenzen der Erkenntnis überschreitet, gehört in die Welt des Glaubens. Als der Glaube in blinden Gehorsam ausartete, wandte sich dieses einer vernünftigen Logik widersprechende Axiom vor allem gegen die Wissenschaft. Nach Auffassung der Kirche durfte man nur in ihrem Sinne glauben, jede andere Meinungsbildung war kein Glaube, sondern Ketzerei.

Arabische Wissenschaftler

Die wissenschaftliche Interessiertheit starb dessenungeachtet nicht aus, sie machte sich sogar im letzten Jahrhundert des ersten Jahrtausends immer entschiedener bemerkbar. In den Schulen wurden außer der Theologie die Sieben Freien Künste (*septem artes liberales*) gelehrt: Grammatik, Dialektik, Rhetorik, Arithmetik, Geometrie, Astronomie und Musik — beziehungsweise Sprachlehre, Disputieren, Redekunst, Rechnen, Raumlehre, Sternenkunde und Tonkunst. Das Ziel und die Art der Ausbildung war in erster Linie kirchlich-geistlich, zumal ein großer Teil der studierten Leute im Schoß der Kirche verblieb; selbst die weltliche Studien Betreibenden — zum Beispiel Ärzte und Rechtsgelehrte — waren gleichfalls theologisch ausgebildet. Anfangs dienten Platon und Aristoteles als Quellenmaterial, hinzu kamen die Schriften der Kirchenväter, später immer mehr Handschriften aus dem Altertum, und zuletzt wurde das christliche Denken durch eine andere heidnische Geistesrichtung beeinflußt: durch die arabische Kultur.

Ein Verdienst der Araber bestand darin, daß sie unzählige vergessene alte griechische Handschriften aus dem Dunkel der Vergessenheit hervorholten und darüber hinaus die Wissenschaft der Inder in Europa bekannt machten, was wesentliche Bedeutung hatte, weil den mit römischen Zahlen rechnenden Europäern die Null nicht bekannt, den Indern hingegen geläufig war. Die ungeheure Tragweite ergibt sich daraus, daß das bisherige, äußerst komplizierte Rechnen durch das indisch-arabische Zahlensystem erheblich erleichtert wurde. Die Bezeichnung für Algebra ist arabischen Ursprungs (al dschabr = Eingliederung); sie wurde nach dem Titel des mathematischen Buches von ibn-Musa, der auch al-Chwarismi genannt wurde, allgemein eingeführt. Ibn-Musa lebte im 9. Jahrhundert im Kalifat Bagdad, er stammte aus Chorassan (wovon sich auch sein Name: al-Chwarismi = der Chorassäner ableitet). Ein großer Chemiker und Alchemist dieser Epoche war der Polyhistor Geber (Dschabir), ein besonderes Ansehen genoß der Philosoph und Polyhistor al-Kindi. (Er ist übrigens der einzige echte Araber unter den arabischen Wissenschaftlern,



Mittelalterliche Darstellung des Galenus, Avicenna und Hippokrates

die übrigen stammen aus Persien, Syrien, Afrika oder Iberien.) Unter den Astronomen sind Omar Chayyam — ansonsten auch als Dichter — und al-Battani, unter den Physikern al-Farabi und al-Hasan auch heute noch bekannt, und außerdem hatten sich noch eine Reihe von Ärzten und Ärztephilosophen hervorgetan: Rhazes, der unter anderem eine grundlegende Monographie über die Blattern schrieb, Avicenna, der bis in die Neuzeit in gleicher Weise wie Galenus gewissermaßen als Orakel verehrt wurde, oder Averroes, der Richter aus Cordoba, gleichzeitig Arzt und Philosoph, von dem die Lehre der „doppelten Wahrheit“ stammt: nämlich daß außer der theologischen Wahrheit der Offenbarung eine philosophische Wahrheit bestehe, die in der Natur gültig sei, in der Dogmatik jedoch nicht. Dies erfolgte bereits in der Glanzzeit der Scholastik und bedeutete eigentlich einen behutsamen Angriff gegen den Dogmatismus der Scholastik; dies schlug fast ins Gegenteil um, denn die bestürzten Kirchenoberen bezeichneten in aller Eile Aristoteles als Pantheisten und wollten ihn sogar auf den Index setzen.

Die ersten Universitäten entstehen

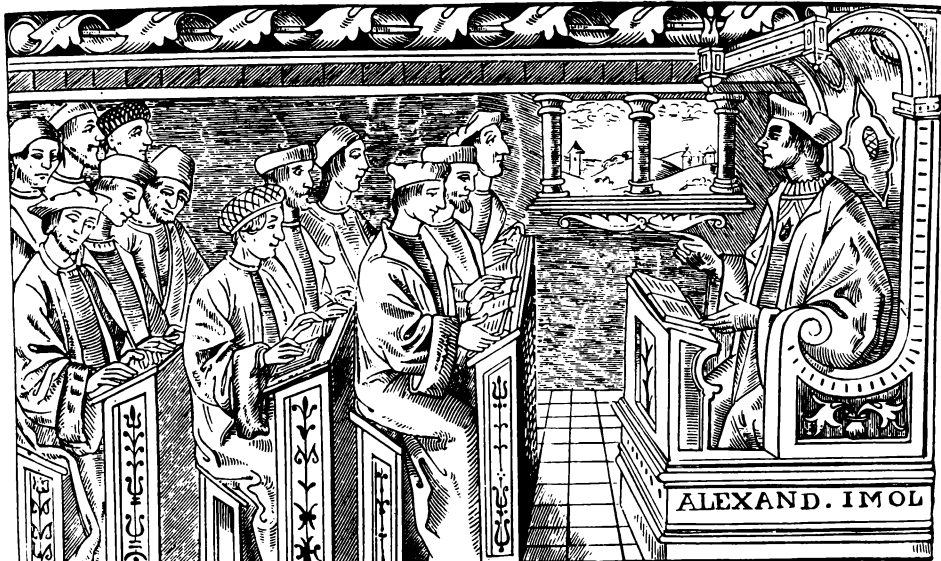
Im 9. Jahrhundert entwickelte sich aus dem Wirken der Kirchenväter die als Scholastik bezeichnete Richtung. Im Gegensatz zur Patristik (Lehre der Kirchenväter) betrachtete die Scholastik das wissenschaftliche Interesse nicht mehr als sündhafte Neugierde, sie trennte deshalb die Philosophie von der Theologie (obwohl sie ihr eine untergeordnete Rolle zuwies: die Philosophie als *ancilla theologiae* — als Dienerin der Theologie). Die Scholastik bemühte sich um die Darstellung eines Weltbildes, in dem die Erklärung der Naturerscheinungen im Einklang zu den festgelegten Lehren der Theologie stand. Die Gelehrten durften zwar forschen, suchen und finden, doch ihre Ergebnisse mußten von vornherein das erbringen, was die Grundsätze der Theologie aussagten. In dieser Epoche entstanden deshalb die vielen *Summae theologiae* (am bekanntesten ist die des Thomas von Aquino), wobei es sich im wesentlichen um großangelegte Versuche einer spekulativen, doch allgemeinen Erklärung der Weltordnung handelt.

Das zentrale Problem der frühen Scholastik war der Fragenkomplex der „Universalien“ beziehungsweise die Entscheidung, ob das All-

gemeine das Ursprüngliche sei oder das einzelne. Die Ideenlehre Platons wurde von Johannes Eriugena Scotus logisch weiterentwickelt, indem er den über Jahrhunderte anhaltenden Streit der Realisten und Nominalisten eröffnete. Der realistischen Anschauung entsprechend besteht der platonische allgemeine und universelle Begriff nicht in der Sache für sich, sondern im Schöpfer der Sache, folglich in etwas bereits vorher Vorhandenem. Der Urquell des universellen Begriffes sei demnach Gott selbst, aus dem die Natur ausstrahle. Gott sei die Voraussetzung für alles; in Gott — beziehungsweise in der Natur — existiere alles bereits vorher, bevor es als Sache, als Individuum verwirklicht werde. Entgegen dieser pantheistischen Anschauung stützten sich die Nominalisten mehr auf Aristoteles, wonach das tatsächlich Existente in der Sache selbst, im einzelnen und in deren Vielzahl auf der Grundlage der gleichen Benennung der begrifflichen Kategorien, der Kategorien der Arten und Geschlechter liegen würde, obwohl diese Universalien (allgemeine Begriffe) in der Wirklichkeit überhaupt nicht existierten und es sich nur um Worte handle; als solche entstünden sie lediglich nach dem Vorhandensein und der Erkennung der Dinge.

Die bis auf die Messerspitze getriebenen Wortfechtereien beweisen, daß die prinzipiellen Grundlagen der Scholastik keineswegs einheitlich waren. Genauso bestanden auch in den wissenschaftlichen Fragen innerhalb der Scholastik viele gegensätzliche Meinungen. Im Laufe der ersten Jahrhunderte des zweiten Jahrtausends entstanden Europas Universitäten, und obwohl das Unterrichtswesen selbstverständlich in den Händen der Theologen lag und dem Geist der Scholastik entsprach, war es trotzdem nicht einheitlich.

Die ersten Universitäten setzten sich aus Lerngemeinschaften zusammen, die sich jeweils um einen Schulmeister versammelten. Die Bezeichnung Universität steht in engem Zusammenhang mit dem Weltall (universitas und universum) und erweckt den Eindruck, als hätten die Hochschulen ihren Namen auf Grund ihrer wissenschaftlichen Lehre vom Universum erhalten, obwohl davon keine Rede sein konnte. Als Universität wurde ursprünglich die Gesamtheit der sich auf freiwilliger Basis um einen Professor scharenden Studenten benannt; ihre höhere Bewertung errang diese Bezeichnung erst später. Die erste Universität entstand bereits im 11. Jahrhundert aus der sich um einen Rechtsgelehrten scharenden Anhängerschaft in Bologna. Kurz darauf wurden in Paris, Montpellier und Oxford die ersten Universitätseinrichtungen ins Leben gerufen. Neuerdings fordert Pavia



Scholastischer Unterricht nach einem Stich aus dem 16. Jahrhundert

für sich die Priorität in Anbetracht eines Studienzirkels, der bereits im ersten Jahrtausend dort wirksam gewesen sein soll. Auch Salerno kann Anspruch auf Priorität erheben – vielleicht sogar mit mehr Berechtigung – auf Grund seiner Ärzteschule, deren Bestehen bis in die tiefe Vergangenheit zurückreicht. Den Charakter echter Universitäten erlangten diese Gruppierungen allerdings erst im 12. und 13. Jahrhundert, als in erstaunlichem Tempo immer neuere Universitäten an den verschiedensten Orten Europas entstanden: In Paris gründete Robert de Sorbon sein Kollegium, in England folgte Cambridge dem Beispiel Oxfords, in Italien rivalisierte Padua mit Bologna, und in Neapel wurde durch den Hohenstaufenkaiser Friedrich II. die erste weltliche Universität gegründet. (Die übrigen Universitäten zählten alle zum Wirkungsbereich der Kirche.) Auf der Iberischen Halbinsel rühmen sich die Städte Salamanca, Lissabon und Sevilla ihrer alten Universitäten. Im übrigen waren bereits in zahlreichen Städten des arabischen Einflußgebietes universitätsähnliche Schulen eröffnet worden. Rom erhielt erst im 14. Jahrhundert seine Universität. Zur gleichen Zeit entstanden die ersten Universitäten in Mitteleuropa in Prag, Krakau, Wien, Erfurt und Heidelberg.

Die Glanzepoche der Scholastik fällt demnach in die Entfaltungszeit des Universitätswesens. Es war dies die Zeit, in der Karl der

Große die Einheit Europas – zumindest Mitteleuropas – „verspielte“ und das Papsttum die Alleinherrschaft über Europa zu erreichen versuchte, um auf Erden „das Reich Christi“ zu errichten; mit dem Kniefall des deutsch-römischen Kaisers – zum Zeitpunkt des bekannten Canossaganges – schien dies bereits geglückt zu sein, doch im 13. Jahrhundert wurde der Traum der Kirche auf Hegemonie zunichte gemacht. Auf geistiger Ebene blieb die Kirche jedoch weiterhin Alleinherrscherin, denn die Schulen befanden sich in kirchlicher Obhut, und die Sprache der Bildung war einheitlich Latein. In den frühen Jahrhunderten war das augustinische Denken die führende Philosophie (Augustinismus), Ende des 13. Jahrhunderts hingegen wurde sie durch die Philosophie Thomas von Aquinos (Thomismus) ersetzt, die auch Pfeiler der kirchlichen Philosophie bis in die neueste Zeit blieb.

Thomas von Aquino stützte sich auf die Philosophie Aristoteles' und lehrte, daß die Seele die lebenspendende Form des Körpers sei. Pflanzen und Tiere hätten lediglich eine beigefügte Seele, während die menschliche Seele „selbständig existiere“, demnach immateriell (unstofflich), unverderblich, ohne Ausdehnung, frei und unsterblich sei. Der sterbliche Körper sei der unsterblichen Seele untergeordnet, die von Gott getrennt geschaffen und dem Menschen in seinen verderblichen Körper eingehaucht werde. Die Bindung des Körpers an die Seele sei nur zeitweilig, vorübergehend und dualistisch. In der Welt gebe es eine natürliche Ordnung der Dinge, es herrsche das Prinzip der Verursachung (Kausalität), die ursprüngliche Ursache sei Gott selbst; der Mensch handle gleichwohl im Interesse dieses Zieles (Finalität), die Ursache diene nur dem Zweck, die Verwirklichung des Zieles zu ermöglichen. Das Denken sei auf das Erkennen der Dinge gerichtet, die Ursache der Dinge und die absolute Wahrheit liege in Gott selbst, demnach könne auch die letzte Stufe der Erkenntnis nur Gott sein. Die berühmten fünf Gottesbeweise des Thomas von Aquino beruhen auf der Verhältnismäßigkeit und Notwendigkeit: Vergleichen könne man nur mit dem Absoluten, es mache sich deshalb das Vorhandensein des Absoluten notwendig, und das sei Gott selbst. So baut sein erster Gottesbeweis auf der Bewegung auf: Jede Bewegung habe ihre Ursache, die Ursache der ersten Bewegung läge demnach notwendigerweise in einer außerirdischen Antriebskraft beziehungsweise in Gott. Jeder Sache läge eine Ursache zugrunde, doch nichts könne die Ursache für sich selbst sein, die Welt habe demnach auch eine schöpferische Ursache gehabt: Gott. Auf der Welt sei alles nur ungefähr und relativ, man könne alles nur am

Absoluten messen: an Gott. Alles sei unvollkommen, doch das Unvollkommene könne nur gemessen werden, wenn es etwas Vollkommenes gibt: Gott. Und schließlich: In der Welt herrsche Ordnung und Zweckdienlichkeit, dazu sei jemand erforderlich, der diese aufrechterhalte und lenke: Gott.

Aus dieser kurzen Zusammenfassung ist zu erkennen — auch der Originaltext ist nicht viel ausführlicher —, daß sich die scholastische Gottesbeweisführung nicht an jene Kriterien hält, die in unserer heutigen Zeit als Beweisführung für unerläßlich gehalten werden: Die Begründung des Weisen von Aquino konnte nur den überzeugen, der nicht überzeugt zu werden brauchte. Die Scholastik lehnt die Möglichkeit einer Beweisführung *a priori* (im vorhinein) ab und hält die *A-posteriori*-Beweisführung (Folgerung aus Tat und Wirkung) für ausreichend. Dabei beansprucht sie jedoch, daß ihr so entstandenes Dogma als logisch begründet und als vernünftiges und selbstverständliches Argument akzeptiert wird. Wegen dieser Denkweise war die Scholastik bereits seit der Zeit der Renaissance erheblichen Angriffen ausgesetzt: Die aufgeklärteren Denker zweifelten nicht an der Existenz Gottes (und wenn ja, war dies ihre Privatangelegenheit), sondern an der beweisführenden Richtigkeit der scholastischen Methoden, an der Zulässigkeit der Verquickung von Dogmen und Vernunftsargumenten.

Mit seinen scholastischen Methoden bewies Thomas von Aquino einfach alles, die Allmacht Gottes, die Möglichkeit von Wundern, die Notwendigkeit der Gnade, er bestimmte den Ursprung des Heiligen Geistes, den Wirkungsbereich der Vorsehung, ja sogar ob die Engel sprechen oder mehrere Engel auf einmal an einer Stelle sein könnten. Ebenso unberufene Entscheidungen trifft er auch in viel alltäglicheren Fragen, beispielsweise ob Sünder getötet, ob Rechtsanwälte ungerechte Fälle verteidigen dürfen, ob etwas teurer als zu seinem Wert verkauft werden darf, ob Zinsen erhoben werden dürfen, die Jungfräulichkeit bei der Eheschließung erforderlich sei, wie eine gute Regierung sein müsse und so weiter.

Kaum fünfzig Jahre nach seinem Tod, im Jahre 1323, wurde Thomas von Aquino von der Kirche heiliggesprochen, seine Lehre von den kirchlichen Schulen immer mehr verbreitet. Erstaunlicherweise gewann jedoch der Thomismus, dieses für das Mittelalter so charakteristische Denksystem, nicht im Mittelalter, sondern in der Zeit der Aufklärung in Gestalt des Neüthomismus an Bedeutung. Ende des vergangenen Jahrhunderts erreichte er den höchsten Rang der

kirchlichen Anerkennung, als nämlich im Jahre 1879 durch eine päpstliche Enzyklika die Lehre Thomas von Aquinos zur offiziellen Philosophie der Hochschulen erhoben wurde. Darin drückte sich nicht so sehr die Zeitbeständigkeit des Thomismus als vielmehr die Rückständigkeit der kirchlichen Philosophie aus.

Die Naturwissenschaft im Zeitalter der Scholastik

Blieb denn im gewaltigen Gefüge der Scholastik überhaupt noch ein Platz für die Naturwissenschaft übrig?

Ich habe bereits einleitend ausgeführt, daß die Scholastik nicht so wissenschaftsfeindlich war wie die Patristik. Sie akzeptierte das Recht auf naturwissenschaftliche Forschung, erwartete jedoch, daß sich die ermittelten Ergebnisse organisch in ihr Ordnungssystem einfügten.

Vor allem zu Lebzeiten Thomas von Aquinos, nämlich im 13. Jahrhundert, machte sich die wissenschaftliche Interessiertheit in besonders konkreter Weise bemerkbar, zwar in die Scholastik gebettet, doch im Grunde genommen immer ein wenig gegen die Scholastik gerichtet. Der Lehrmeister des Thomas von Aquino, der Schwabe Albertus Magnus, war der erste bedeutsame Wissenschaftler der Scholastik, ein umfassend gebildeter Theologe, Philosoph und gründlicher Kenner der aristotelischen Lehre, der es als sein Lebensziel ansah, die griechische Philosophie und Naturwissenschaft ins Christentum zu verpflanzen, zugleich jedoch die Kommentierung der Lehre Aristoteles' durch moderne, an seiner Zeit gemessene wissenschaftliche Gesichtspunkte zu ergänzen. Er war sogar moderner als sein Schüler, da er das philosophische Objekt von der Theologie abgrenzte, die Erkenntnis von der Natur nicht für eine Angelegenheit der Religion, sondern eine verstandesgemäße Aufgabe hielt. Gleichzeitig trat er nicht für ein bedingungsloses Autoritätsprinzip, sondern mehr für die Erfahrung, ja sogar für das Experimentieren ein. Albertus Magnus schrieb ein Buch über Pflanzen, stellte Versuche über ihre Systematisierung und ihren Aufbau an und versuchte, ihre Funktion zu erkennen. Er beschrieb nicht nur die Heil- und Nutzpflanzen, sondern all das, was ihm im Laufe seiner ausgedehnten Wanderungen unter die Augen kam. (Albertus war, wie Thomas von Aquino, Dominikanermonch, der Orden entsandte ihn mal als Lehrer nach Paris oder als Bischof nach Regensburg und mal nach Köln, wo er gleichfalls unter-

Miniatur
 von Tommaso da Modena
 aus dem Jahre 1352
 mit der Darstellung
 des Albertus Magnus



richtete; er durchwanderte aber auch ganz Italien, und zwar wie es damals, den Ordensregeln entsprechend, üblich war, zu Fuß, so daß er Gelegenheit hatte, die Welt kennenzulernen.) Er schrieb auch ein Buch über die Tiere und ergänzte das Werk Aristoteles' durch die auf deutschem Territorium vorkommenden Säugetiere, Vögel und Insekten. Viele Tiere beschrieb er zum erstenmal und räumte mit dem mittelalterlichen und altertümlichen Aberglauben auf. Albertus Magnus untersuchte geologische Formationen und Fossilien, außerdem war er ein hervorragender Chemiker – wenn er auch die Chemie, entsprechend seiner Zeit, in den Dienst der Alchemie stellte.

Die beliebtesten naturkundlichen Werke jener Epoche waren jedoch nicht die Bücher Albert Graf von Bollstädts – wie Albertus Magnus mit weltlichem Namen hieß –, sondern der *Physiologe* und das *Buch der Natur* von Kunrat von Megenberg. Der Verfasser des ersten ist unbekannt, sein Ursprung reicht angeblich bis in die Zeit der alexandrinischen Kultur zurück. Es wurde im Laufe der Jahrhunderte oft umgeschrieben und den christlichen Sittlichkeitsvorstellungen und Normen angepaßt. Seinen Titel erhielt es, weil seine Kapitel folgendermaßen beginnen: Der Physiologe hat gesagt . . . Als Physio-



Alchimistenwerkstatt (Stich von Jérôme Cock aus dem 16. Jahrhundert)

loge sollte ein Naturkundiger verstanden werden, doch an Stelle seriöser Naturkunde setzt sich das Buch überwiegend aus unmöglichen Geschichten zusammen. Megenbergs Werk ist eine rund eintausend Jahre jüngere Schöpfung, obwohl es kaum auf einer viel höheren wissenschaftlichen Stufe steht; seine besondere Bedeutung besteht darin, daß es das erste leicht verständliche populärwissenschaftliche Werk in deutscher Sprache ist — der sachliche Inhalt ist jedoch äußerst unzuverlässig. Der Inhalt dieser Bücher setzt sich vor allem aus Mären über kopflose, einbeinige Menschen und ähnliche Monstren, deren Ohren bis zu den Knien reichen, zusammen.

Die Mathematiker der Scholastik gelangten zu ernsthafteren Ergebnissen. Dies war natürlich erst möglich, als sie die arabischen Zahlen kennengelernt hatten, und zwar war diese Entwicklung, die im Jahre 1202 begann, der Vermittlung von Leonardo Fibonacci aus Pisa zu verdanken. Dessenungeachtet fand die arabisch-indische Rechenmethode im allgemeinen weniger Anklang, als man dies vielleicht annehmen könnte. Seit dem Altertum wurde überwiegend das als Abakus bezeichnete Rechenbrett benutzt (in einzelnen Gebieten Asiens

und in Japan waren ähnliche Geräte sogar noch Anfang unseres Jahrhunderts in Gebrauch), mit dem man durch das Verschieben von Knöpfen in vorgezeichneten Rillen nicht nur mit ganzen Zahlen, sondern auch mit Bruchzahlen verhältnismäßig schnell rechnen kann. Die Abakisten verwahrten sich natürlich gegen die arabische Methode, und nicht einmal erfolglos: In Florenz war selbst hundert Jahre nach dem Erscheinen des Buches von Fibonacci die Verwendung arabischer Zahlen durch Gesetz verboten. Doch in den italienischen Städten begann damals gerade der internationale Handel zu florieren. Weltreisen wurden unternommen, Bankgeschäfte entfalteten sich. Und hier wurde der Vorteil des arabischen Algorithmus gegenüber dem altertümlichen Abakus offensichtlich; er ermöglichte außerdem auch erst die Entwicklung einer höheren Mathematik.

Leonardo Fibonacci war ein namhafter Mathematiker. Viele Lehrbücher enthalten selbst heute noch die Fibonaccische Reihenfolge (1,1,2,3,5,8,13 und so weiter), die unter anderem zur Lösung des folgenden mathematischen Rätsels herangezogen werden kann: Wie viele Hasenpaare stammen jährlich von einem Hasenpaar ab, wenn jedes Paar monatlich ein neues Paar wirft . . . Hundert Jahre später erreichte die Mathematik durch den französischen Scholastiker Oresme großes Ansehen. Oresme war ein vielseitiger Gelehrter, Priester, Lehrer, später Erzieher Karls V. und schließlich Bischof von Lisieux. Als Astronom, Physiker, Mathematiker und Aristoteles-Komentator war er gleichermaßen bedeutend. Von ihm stammt die erste zusammenfassende Arbeit über die Geldwirtschaft. Er schrieb sie in Lateinisch, gab sie aber auch in französischer Sprache heraus und wurde so Wegbereiter für die Herausbildung des Französischen als Wissenschaftssprache. Der wichtigste Teil seines mathematischen Wirkens bestand darin, daß er Länge und Breite in die geometrische Bezeichnung der mathematischen Begriffe einführte; dadurch wurde er zum Vorläufer der Entwicklung des Abszissen- und Ordinatensystems und gleichzeitig Wegbereiter der analytischen Geometrie Descartes' — ja sogar deren Initiator.

Die interessanteste Persönlichkeit der aquinischen Epoche ist Roger Bacon, ein Franziskanermönch aus Oxford. Bacon war ein echter Polyhistor; er beschäftigte sich von der Sprachwissenschaft bis zur Ethik auf allen Gebieten, in erster Linie jedoch mit den Naturwissenschaften: Physik, Astronomie, Optik, Alchemie und Medizin. Mit seinen Werken hatte er kein besonderes Glück; obwohl sich Papst Klemens IV. für ihn sehr interessierte, starb er, bevor er Bacon seine

Der Oxforder Mönch
Roger Bacon, 1214–1294



Hilfe angedeihen lassen konnte. Der Vorsteher des Franziskanerordens war nämlich auf Bacon wegen seiner ketzerisch veranlagten Kritik, seiner verdächtigen Experimente, aber auch weil er hinter seinem Rücken mit dem Papst verhandelte, nicht gut zu sprechen. Er zwang deshalb den alternden Bacon, seine letzten Jahre unter Hausarrest zu verbringen.

Sein Hauptwerk, das *Opus maius*, entstand zur gleichen Zeit mit der „Summa“ des Thomas von Aquino, doch in einem ganz anderen Geist. Bereits die Ausgangspunkte beider Werke sind grundverschieden: Thomas von Aquino war hingebungsvoller Anhänger Aristoteles' und des Autoritätsprinzips, Roger Bacon hingegen hielt das Studium der Werke des Weisen von Stagira für reine Zeitverschwendung und sah darin lediglich eine Anhäufung von Irrtümern. Roger Bacon zufolge gibt es für die Unwissenheit vier Ursachen: die unvernünftige Verehrung der Autorität, das Festhalten an törichten Gewohnheiten, die unzutreffende Meinung der Unwissenden und die Unverletzlichkeit unserer Eitelkeit. (Von der Autorität schließt er vorsichtshalber die Autorität der Kirche aus, doch selbst dies rettet ihn nicht vor der Verärgerung der Theologen.) Nach ihm hat die Wissenschaft die Auf-

gabe, allgemeingültige Naturgesetze zu ermitteln, und zwar auf der Grundlage von Erfahrungen, Experimenten und Beweisen. Und wenn schon auf die Worte von Autoritäten Wert gelegt wird, müßten ihre Sprache erlernt und ihre Werke im Original gelesen werden, denn weder seien die Worte der Heiligen Schrift in den zweifelhaften Übersetzungen maßgebend, noch seien die Lehren der Griechen, Araber und Juden ohne das Verstehen der Originaltexte einzuschätzen. Bacon selbst erlernte die griechische und hebräische Sprache, und er hat sogar für beide Sprachen eine Grammatik verfaßt. Er kannte demnach die Bibel und die Schriften der griechischen Philosophen nicht nur aus den Kommentaren.

Was die Naturwissenschaft betrifft, so vertrat Bacon eine Meinung, die erst in der neuesten Zeit Allgemeingültigkeit erlangte: Die Naturwissenschaft kann erst zur exakten Wissenschaft werden, wenn die Mathematik ihre Grundlage bildet. In der Physik hielt Bacon das Experiment für das Wichtigste, er selbst war ein begeisterter Experimentator. Er beschäftigte sich vor allem auf dem Gebiet der Optik, experimentierte mit Spiegeln und Linsen, beschrieb unter vielem anderem das Fernrohr und das Mikroskop – dreieinhalb Jahrhunderte vor Erfindung derselben. Angeblich hatte er sogar für sich ein Fernrohr und Mikroskop angefertigt. Er sagte auch die Entwicklung solcher Geräte voraus, an deren Realisierung er noch nicht denken konnte und die erst in jüngerer Zeit zustande gekommen sind: Falls es gelingen sollte, die törichten Vorurteile zu beseitigen, würde der Mensch die Natur bezwingen, er würde Schiffe ohne Ruder bauen, Wagen ohne Zugtiere konstruieren, mit künstlichen Flügeln in die Luft aufsteigen, mit zusammengefügtten Vergrößerungsgläsern das Unsichtbare sehen und die Sterne näher bringen . . .

Trotzdem konnte er sich vom Mittelalter nicht losreißen, in der Alchemie und Astrologie blieb er ein Zeitgenosse seiner Epoche. Mit seinen naturwissenschaftlichen Prophezeiungen und geheimnisvollen Experimenten erwirkte er nicht nur, daß er in den Augen seiner Zeitgenossen verdächtig erschien, sondern auch, daß die Nachwelt noch lange Zeit den geheimnisvollen Mönch Roger mit seinen „Zauberspiegeln“ für eine Art legendären Zauberer, einen märchenhaften Magier hielt: Ein Dramenschreiber und Zeitgenosse Shakespeares (Robert Greene) schrieb dreihundert Jahre nach dem Tode Bacons ein Schauspiel über diesen Zauberer (Friar Bacon), und sogar in Dickens' *Weihnachtsgeschichte* erscheint noch seine Gestalt. Eine traurige Unsterblichkeit . . .

Alchemie und Astrologie

Obwohl weder die Alchemie und noch weniger die Astrologie ein Spezifikum des Mittelalters sind, scheint es trotzdem zweckmäßig, sie hier zu erwähnen: Ihrem Charakter nach sind sie genauso mittelalterlich wie die Scholastik, auch wenn sie das Mittelalter überlebt haben.

Die Alchemie war eine Pseudowissenschaft, die behauptete, Elemente verwandeln zu können. Ihr Ziel war, aus minderwertigen Metallen Gold und Silber herzustellen; und später wollte sie ein Medikament herstellen, das für jede Krankheit geeignet wäre, ein Lebenselixier, das eventuell jünger mache oder Tote wieder zum Leben erwecke. Das hierfür erforderliche Mittel war der *Stein der Weisen*, wobei es sich eigentlich um keinen Stein, sondern um das „große Elixier“, um eine rote alkoholhaltige Flüssigkeit (Tinktur), handelte, die Blei, Kupfer, Zink oder Eisen in Gold verwandeln sollte, und um das „kleine Elixier“, die weiße Tinktur, zur Herstellung von Silber. Die Zusammensetzung der Tinkturen ist uns in mehreren Varianten bekannt geworden, doch — sonderbarerweise — erfüllt in unserer Zeit keine der Zusammensetzungen ihre mittelalterlichen Aufgaben.



In der Werkstatt eines Alchimisten (Holzschnitt von Holbein d. J.)

Der arabische Gelehrte
Geber
(Stich von Jan de Vries,
16. Jahrhundert)



Die Geschichte der Alchemie kann bis in die Epoche der ägyptischen Kultur zurückverfolgt werden. Ägypten verfügte bereits vor fünftausend Jahren über eine Metallurgie, und selbst die Bezeichnung Chemie stammt aus dieser Zeit (Das Reich der Chémier = Ägypten, das Reich der schwarzen Erde und des schwarzen Todes). Unter der Obhut des Gottes Thot betrieben die Priester die „heilige Kunst“ beziehungsweise die alchemistische Magie. Bei den Griechen wurde die Rolle des Thot von Hermes und bei den Römern von Merkur übernommen; die Alchemie selbst wurde damals als „hermetische Wissenschaft“ und die sich darauf beziehenden heiligen Schriften als „hermetische Bücher“ bezeichnet. Diese geheimnisvollen Schriften waren nur für Eingeweihte verständlich und deswegen für Außenstehende „hermetisch abgeschlossen“, wie auch jene Gefäße, deren Schätze durch das Siegel von Hermes unzugänglich vor den Sterblichen verschlossen waren.

Die Magier von Alexandria übermittelten die altertümliche Anschauung den Arabern, und diese machten aus der Alchemie eine Art Wissenschaft. In dieser Zeit waren die Alchemie und die Chemie voneinander in keiner Weise zu trennen, und während man eifrig nach

dem Stein der Weisen suchte, wurden der Reihe nach viele chemische Verfahren wie das Filtrieren, das Destillieren, die Zubereitung von Tinkturen, Essenzen und Quintessenzen und vieles andere erfunden. Unter den Arabern war insbesondere der bereits erwähnte Geber (Dschabir) ein namhafter Alchemist. Bei der Suche nach dem Lebenselixier entdeckte er unter anderem die Salpetersäure und das Königswasser (Scheidewasser). Doch Rhazes und Avicenna waren gleichfalls berühmte Alchemisten. Von ihnen übernahmen merkwürdigerweise die scholastischen Gelehrten die altertümliche Lehre, so Albertus Magnus und sogar Thomas von Aquino selbst, und auch Roger Bacon betrieb begeistert die Goldmacherei. Berühmter Mystiker und Alchemist des folgenden Jahrhunderts war Raimundus Lullus, dessen kabbalistische Schriften Jahrhunderte hindurch die mystischen Geister in Aufruhr hielten. Natürlich gab es auch unter den Ärzten viele Alchemisten, so Arnaldus von Villanova im 13. Jahrhundert, später Paracelsus, van Helmont und viele andere. Die Entdeckung vieler Elemente ist ihnen zu verdanken (zum Beispiel Zink, Arsen, Antimon). Viele namhafte Gelehrte verschrieben sich der Alchemie, und obwohl es ihnen weder gelang, Gold noch die Wunderarznei herzustellen, glaubten sie trotzdem vorbehaltlos an eine solche Möglichkeit; ja sogar daran, daß ihnen selbst oder anderen eine solche Erfindung gelingen würde. Natürlich befanden sich unter ihnen auch Scharlatane. Es gab kaum einen Königs- oder Fürstenhof, der keinen eigenen Alchemisten hatte, der mit geschickten Tricks die Herrscher an der Nase herumführte. Selbst lange nach dem Mittelalter stand die Alchemie hoch im Ansehen, die berühmtesten Gelehrten des 17. Jahrhunderts — beispielsweise Boyle und Newton — hatten für die Alchemie viel übrig und beschäftigten sich mit ihr. Erst mit dem Auftreten Lavoisiers erwies sich die offensichtliche Sinnlosigkeit der Alchemie, doch bedeutete das noch keineswegs deren Ende; es ist allgemein bekannt, daß im 18., ja sogar noch im 19. Jahrhundert immer wieder Goldmacher auftauchten.

Dabei kann in keiner Weise behauptet werden, daß ihnen offizielle Unterstützung zuteil wurde. Bereits im Jahre 1219 wurde durch eine päpstliche Anordnung, später im Jahre 1317 durch einen päpstlichen Erlaß das Goldmachen verboten. Im Jahre 1380 erließ der französische König Karl V. strenge gesetzliche Bestimmungen gegen die Alchemisten, 1404 der englische König Heinrich IV., 1488 der Rat von Venedig, 1493 der Nürnberger Rat und im Jahre 1768 auch noch Maria Theresia . . . Doch all dies nutzte nichts.

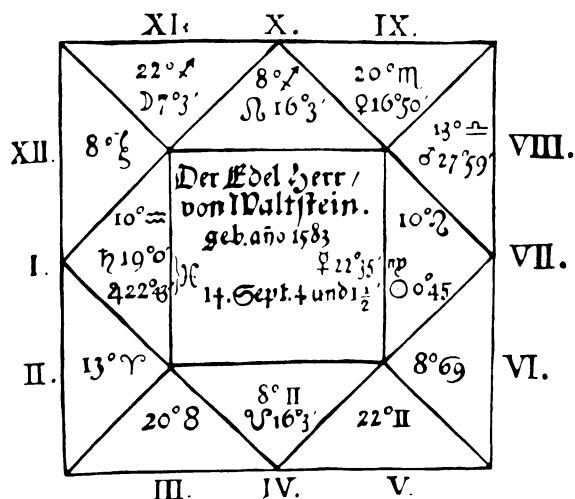
So ähnlich verhält es sich auch mit der *Astrologie*, der Sterndeutung. Hier reicht der Ursprung bis ins Altertum zurück. Für die „fachkundigsten“ Sterndeuter hielt man die Chaldäer, doch bei jedem anderen Volk standen die Astrologen gleichfalls in hohem Ansehen. Das Wesentliche ihrer Tätigkeit bestand im Stellen des Horoskops. Dies beruht auf dem Irrglauben, daß aus dem ermittelten Stand der Sterne zum Zeitpunkt der Geburt auf die Zukunft und auf das Schicksal geschlossen werden kann. Ihr viele Jahrtausende altes Ansehen verdankt die Astrologie nicht nur der Leichtgläubigkeit der Menschen und dem Warten auf Wunder, sondern auch der mangelnden Überprüfung; denn das Eintreten oder Ausbleiben der prophezeiten Geschehnisse wird nachträglich von niemandem registriert. Die marktschreierische Form dieser Wahrsagung ist heute genauso modern wie im Mittelalter oder im Altertum, nur mit dem Unterschied, daß heute nur abergläubische oder besonders leichtgläubige Menschen den Sterndeuterprognosen Glauben schenken, während es im Mittelalter zur seltenen Ausnahme zählte, wenn jemand nicht zumindest ein bißchen an die Sterne glaubte, wobei die Astrologie sogar als Wissenschaft angesehen und für sie an einzelnen Universitäten ein besonderer Lehrstuhl eingerichtet wurde. Insbesondere die Zeit zwischen dem 14. und 15. Jahrhundert war durch den Glauben an die Astrologie stark beeinflußt, namhafte Ärzte – wie zum Beispiel Cardanus und Paracelsus – richteten ihre gesamte therapeutische Tätigkeit nach dem Stand der Sterne aus. Sowohl die Alchemie als auch die Astrologie wurden von der Kirche mißbilligt, obwohl sehr viele unter den Ordensbrüdern – und sogar unter den Päpsten – an die Astrologie glaubten. Verwegene Astrologen wagten sich nicht nur an die Prophezeiung von Einzelschicksalen, sondern sogar an die Voraussage historischer Ereignisse; am weitesten von ihnen brachte es Nostradamus, der in Anerkennung seiner geheimnisvollen mysteriösen Prophezeiungen Hofarzt der Katharina von Medici wurde.

Abgesehen von den Scharlatanen wurden Horoskope auch von vielen namhaften Wissenschaftlern gestellt, so beispielsweise von den Astronomen Regiomontanus, Tycho Brahe oder Kepler; bei einigen war der Glaube an die Sterne vielleicht durch ihre mystische Lebensanschauung begründet, bei anderen war einfach der Zeitgeist die Ursache: Von Kepler beispielsweise wissen wir, daß er in keiner Weise an die Sterne glaubte, materielle und gesellschaftliche Ursachen zwangen ihn jedoch, Horoskope zu stellen. Von den früheren Gelehrten frönten Robert Grosseteste und Roger Bacon genauso der

Horoscopium gefellet durch Ioannem Kepllerum

1608.

Wallensteins Horoskop,
1608 von Kepler gestellt



Astrologie wie Albertus Magnus und Thomas von Aquino. So wie sie das Weltall als das Werk eines zentralen intelligenten Wesens betrachteten, hielten sie es keineswegs für unmöglich, daß der Stand der Sterne eng mit dem Schicksal der Menschen zusammenhängt.

Die Astrologie entwickelte sich zu einer außerordentlich komplizierten „Wissenschaft“, doch nebenbei brachte sie auch einen ernsthaften Nutzen. Die genaue Beobachtung der Sterne, die komplizierten Berechnungen der „Perioden“, „Konjunktionen“ und „Aspekte“ führten zu zahlreichen Methoden und astronomischen Erkenntnissen.

Die Medizin im Mittelalter

Nach dem Niedergang der griechischen Kultur stagnierte die medizinische Wissenschaft. Dies zeichnete sich bereits in der römischen Zeit ab. Damals wurde sie zwar noch von den griechischen Ärzten betrieben, und es wurden auch alte Traditionen noch weiterentwickelt.

kelt. Aus den Jahrhunderten des frühen Christentums sind uns einige Namen bekannt, deren Träger das unrettbar Verlorene noch zu retten versuchten, doch es gehörte zum Wesen des frühen Christentums, daß die Leiden des Körpers als Gottesstrafe, als Mittel der Sühne angesehen wurden. Demnach brauchte die Krankheit nicht geheilt, sondern nur mit untertänigem Herzen, im Interesse des Seelenheils ertragen zu werden.

Sowohl das Unterrichtswesen wie auch die Medizin lagen in dieser Zeit ohne jegliches ärztliches Wissen und Rüstzeug hauptsächlich in den Händen der Mönchsorden. Man konnte von Glück sprechen, wenn die Krankheit als Strafe Gottes und nicht als Machwerk des Teufels angesehen wurde, denn sonst wurden die grausamen Methoden der Teufelsaustreibung (Exorzismus) angewandt. Zur Zeit der Scholastik – dank der Vermittlung durch die Araber – erholte sich die Medizin einigermaßen: Die Bildung der Mönche war gewachsen, ihr medizinisches Rüstzeug verbesserte sich, und auch die Anzahl der Laienärzte hatte zugenommen. Im Jahre 1130 verbot ein Synodalbeschuß den Priestern und Mönchen die ärztliche Betätigung, denn diese hatte derart überhandgenommen, daß man seitens des Klerus selbst vor chirurgischen Eingriffen nicht zurückschreckte. Im übrigen war das Verbot nicht besonders wirkungsvoll: An wen hätte sich der Mensch des Mittelalters sonst um Hilfe wenden sollen, wenn nicht an den Priester, denn Ärzte gab es nur selten, und sie behandelten keineswegs das einfache Volk. Vergebens verkündete ein weiterer Synodalbeschuß, „Ecclesia abhorret a sanguine“ (Die Kirche verabscheut das Blut, 1163), ein erneutes Verbot. Die Kinder des Volkes konnten für ihre blutenden Wunden trotzdem von niemand anderem Hilfe erbitten als vom Priester. (Die Inquisition zeigte recht schnell, daß die Kirche das Blut doch nicht allzusehr verabscheute.)

Die erste Ärzteschule entstand im 8. Jahrhundert in Salerno, südlich von Neapel, in der Bucht von Paestum. Hier verband sich die griechisch-römische Tradition mit den Praktiken der byzantinischen und arabischen Ärzte. Die Ärzte aus Salerno befolgten die hippokratischen Grundsätze; demgemäß hielten sie einerseits die anatomische und physiologische Begründung für bedeutsam, andererseits glaubten sie an die heilende Kraft der Natur und an die Wichtigkeit der Erfahrung. In ihrer Therapie standen die Diät und die physikalischen Heilmethoden an erster Stelle. Zeitgenössischen Handschriften zufolge war auch ihre Chirurgie gut entwickelt, insbesondere zu Zeiten Roger Frugardis, während bei den Internisten das Platearius-Ge-

schlecht hohes Ansehen erlangte, doch außer ihnen wurden von der Geschichte auch die Namen zahlreicher anderer hervorragender Ärzte vermerkt. Darunter befinden sich sogar die Namen einiger Frauen (Abella, Trotula), die vielleicht Ärztinnen waren, vielleicht auch Hebammen oder Krankenpflegerinnen, jedenfalls „mulieres Salernitanae“ (Salernoer Damen) und den Aufzeichnungen entsprechend die ersten im Gesundheitswesen tätigen Frauen.

Das 12. und 13. Jahrhundert war die Glanzzeit der Salernoer Ärzteschule. Friedrich II., der deutsch-römische Kaiser, erhob sie zur Universität und machte die ärztliche Betätigung in seinem Reich vom Diplom der Ärzteschule zu Salerno abhängig. Es muß sich um eine gründliche Ausbildung gehandelt haben, denn die Studenten mußten nach einem fünfjährigen theoretischen Studium ein einjähriges Praktikum bei einem namhaften Arzt absolvieren. Aus einer im Jahre 1846 aufgefundenen Salernoer Handschrift geht hervor, wie systematisch die Ausbildung war: Das Klinikum im Rahmen der Ärzteausbildung wurde getrennt nach den einzelnen Fächern — Anatomie, Physiologie und Diagnostik — durchgeführt.

Später, als bereits überall medizinische Universitäten entstanden waren, verlor die Schule in Salerno an Bedeutung, doch sie überdauerte bis 1811 (Napoleon ließ sie schließen), und ihre baulichen Überreste wurden im Bombenhagel des zweiten Weltkrieges vernichtet.

Das als *Regimen sanitatis salernitanum* betitelte Lehrgedicht über Hygiene war ein halbes Jahrtausend hindurch eine beliebte Lektüre. Die in einfache Verse gekleideten medizinischen Ratschläge dienten nicht so sehr dem Arzt, sie halfen vielmehr beim Fehlen eines Arztes, die Krankheit richtig einzuschätzen und den Kranken zweckmäßig zu pflegen. Im Laufe der Zeit ist das Regimen in zahlreichen erweiterten Varianten verbreitet und in viele Sprachen übersetzt worden.

Die zweite alte Ärzteschule befand sich in Montpellier in Südfrankreich, in der Nähe von Marseille. Zur Universität wurde sie im Jahre 1289 erhoben, doch sie bestand bereits bedeutend früher; angeblich wurde sie von arabischen und jüdischen Ärzten gegründet. Ihre Glanzzeit fällt in das 13. bis 15. Jahrhundert. Als andernorts hauptsächlich Scholastiker erzogen wurden, war das Studium in Montpellier auf die Ausbildung praktischer Ärzte ausgerichtet. Der erste namhafte Gelehrte dieser Schule war Arnaldus von Villanova, ein leidenschaftlicher Spanier oder Südfranzose, der die damals bekannte Welt durchstreifte, in vielen Großstädten lehrte und praktizierte und Arzt von Päpsten und Königen war. Seine gegen die Scholastik gerichtete-



Beim Feldscher — links Aderlaß, rechts die Behandlung von Hautausschlägen
(Stich aus dem 16. Jahrhundert)

ten Bücher wurden von Zeit zu Zeit verbrannt — ihn selbst retteten die gekrönten und tiarabesetzten Autoritäten vom gleichen Schicksal —, doch seine Bücher wirkten immerhin über Jahrhunderte. Er schrieb sehr viel, neben seinem Handbuch für innere Heilkunde und Chirurgie über hygienische Regeln, die Arzneiherstellung, Frauenheilkunde, die Bedeutung des Fiebers, die Epilepsie, über Gifte, sogar über die Sterilität, das Herzklopfen und selbst über die Folgen der unglücklichen Liebe. Trotz seiner alchemistischen und astrologischen Ansichten war er einer der aufgeklärtesten Geister des 13. Jahrhunderts.

Die Chirurgie gehörte damals nicht in den Bereich der Medizin. Die operativen Eingriffe wurden von besonderen Wundärzten, Feldschern und Steinmetzen durchgeführt, obwohl es zum Teil hervorragende Ärzte gab, die auch operierten und sich gleichzeitig dafür einsetzten, die Chirurgie in den Bereich der allgemeinen medizinischen Praxis einzubeziehen. Ein solcher war beispielsweise im 13. Jahrhundert Guilielmo Salicetti, ein Arzt aus Bologna, der seinen Kranken vor der Operation narkotische Mittel verabreichte, der die besondere Bedeu-

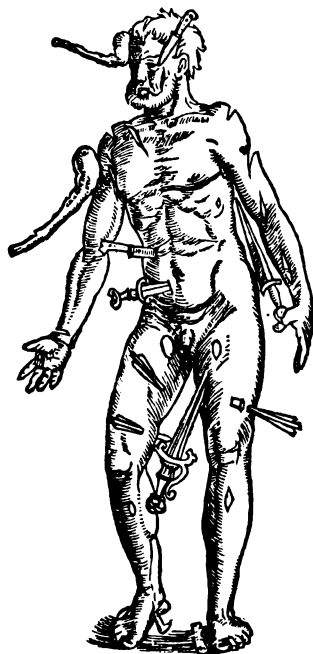
tung der Obduktion am menschlichen Leichnam hervorhob (in der Schule von Salerno — und auch anderswo — wurde die Anatomie an Schweinen gelehrt), ein Gegner der Wundeiterung war und an Stelle des Brennens lieber das Messer benutzte. Das bedeutete nämlich eine erstaunliche Neuerung, denn auf Grund arabischen Einflusses war der Kauter (Brenneisen) das wichtigste Instrument des Wundarztes, den Eiter hingegen hielt man für einen Förderer der Wundheilung. Ein Schüler Salicettis war der Milanese Lanfranchi, der die Ideen seines Meisters nach Paris verpflanzte. Lanfranchi war ein hervorragender Chirurg, er führte viele Neuerungen ein. So nähte er beispielsweise Nerven zusammen, beschrieb treffend die Erscheinungen des Gehirndruckes und die Indikationen der Trepanation und tadelte jene Ärzte, die zum Zwecke des Gelderwerbs unnötige Eingriffe vornahmen.

Begründer der chirurgischen Schule in Bologna waren die beiden Borgognonis: der aus Lucca stammende Hugo und sein Sohn Teoderico. Hugo von Lucca behandelte als erster eitrige Wunden durch Säubern mit Alkohol — mitunter sogar mit Erfolg. Außerdem verwendete er „Spongia somnifera“ — mit betäubenden Mitteln getränkte Schwämme — zum Zwecke der Narkose. Damit wurde er der Wegbereiter der sterilen Operation und der Narkose im Mittelalter. Hugo von Lucca fungierte sogar als erster gerichtsmedizinischer Facharzt. Sein Sohn hingegen wurde Arzt des Papstes und gleichzeitig Bischof von Cervia. Als solcher nannte er sich Theodorus de Cervia. Theodorus de Cervia legte die Lehren seines Vaters schriftlich nieder. In seiner *Chirurgia* bekämpfte er viele mittelalterliche Vorurteile, vor allen Dingen den Schmutz und die Zweckdienlichkeit der Ausbrennungen.

Der angesehenste Arzt und Chirurg jener Zeit in Paris war Henri de Mondeville, ein aufgeklärter Geist, der sich der Ideen der beiden Borgognonis annahm und für Sauberkeit in der Chirurgie eintrat; für besonders wichtig hielt er Kenntnisse in der Anatomie. Er fertigte deshalb zum Zwecke des Unterrichts Skelettmodelle und Bildtafeln an. Diese sind uns durch das Buch seines Schülers Guy de Chauliac überliefert worden, der einer der bedeutendsten Chirurgen des 14. Jahrhunderts wurde; er verstand sich ausgezeichnet auf Staroperationen und die Entfernung von Steinen, bedauerlicherweise folgte er in der Frage des Eiters und der Ausbrennung nicht der Meinung seines Meisters.

Das Obduzieren begann sich im 13. Jahrhundert in den Ärzteschulen nach und nach durchzusetzen, zunächst in Bologna und Montpel-

Darstellung
möglicher Verwundungen
(Aus einem Wundarztebuch
des 16. Jahrhunderts)



lier, dann aber auch andernorts, obwohl die Ärzte darin eigentlich noch keinen großen Nutzen sahen. Die Obduktion selbst wurde nämlich nicht vom Arzt, sondern von einem Bediensteten oder Feldscher vorgenommen, wobei die Schüler den Leichnam umstanden, der Lehrer, oben auf dem Katheder sitzend, den Schülern aus dem Buche Galenus' die Anatomie vorlas und sie auf Besonderheiten aufmerksam machte, indem er aus gewisser Entfernung mit einem Stock darauf wies. So wurde immer das präsentiert, was sie gemäß Galenus' sehen sollten. Selbst Ärzte, von denen wir wissen, daß sie selbst obduzierten – wie beispielsweise Mondino aus Bologna – nahmen sich in acht, von den offiziellen Formulierungen Galenus' abzuweichen. Die gesamten Anatomiebücher bis Vesalius wiederholen deshalb in gleicher Weise die Irrtümer aus dem Altertum.

Wurde die Entwicklung der Chirurgie vor allem dadurch gehemmt, daß der Chirurg mißachtet und nicht als Arzt betrachtet wurde, war die Entwicklung der Geburtshilfe noch weitergehend beeinträchtigt, weil ein Mann bei der Geburt keinesfalls anwesend sein und auch ein Möncharzt eine Frau nicht untersuchen durfte. So lag die Geburtshilfe vollkommen in den Händen ungebildeter Hebammen, die sich



Darstellung
einer Geburt
(aus einem
1530 erschienenen Buch)

nicht einmal die altertümlichen Kenntnisse aneignen konnten, die ihnen vielleicht die einschlägigen Bücher von Soranus und anderen vermittelt hätten, denn diese waren ja in griechisch und latein geschrieben. Am Ende des Mittelalters, als man sich mit der Ausbildung von Hebammen zu beschäftigen begann, stand die Ausbildung nicht im Dienste der Erleichterung des Geburtsablaufes, sondern sie diente hauptsächlich dem Seelenheil der Leibesfrucht beziehungsweise des Neugeborenen: Der Hebamme wurde beigebracht, daß im Falle einer verzögerten oder einer voraussichtlich tödlich ausgehenden Geburt die Leibesfrucht noch innerhalb des Mutterleibes getauft werden müsse, damit das Ungeborene nicht verdammt werde.

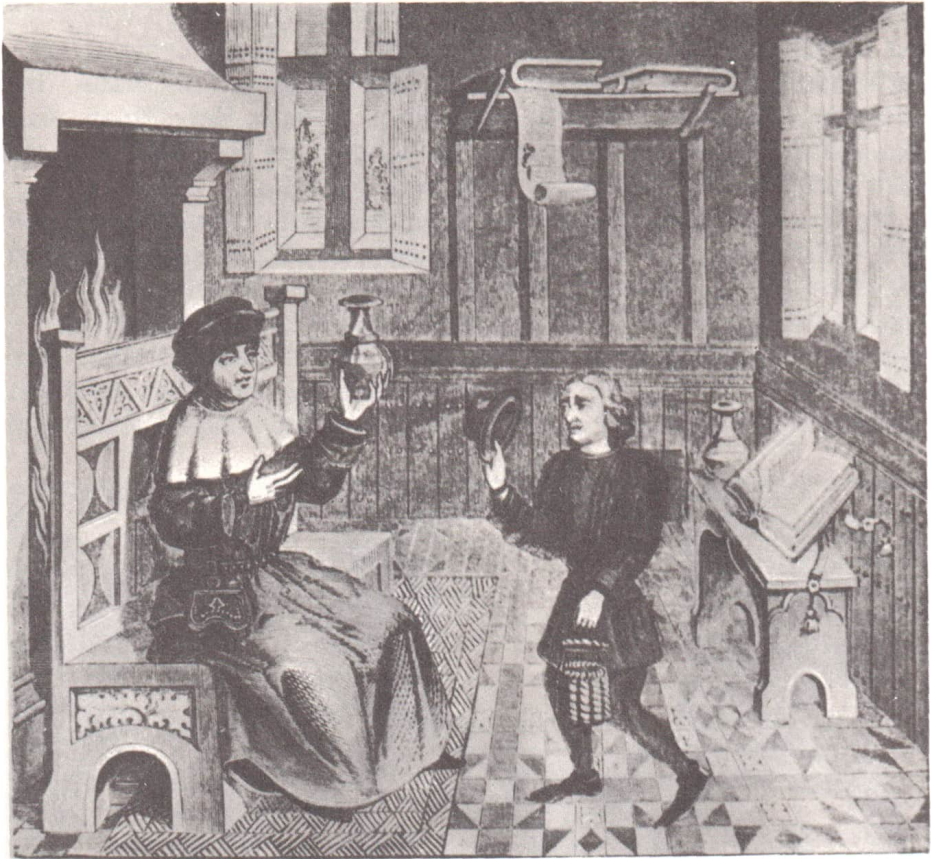
Die ersten Krankenhäuser entstanden in Verbindung mit Obdachlosenasylen in Klöstern, die ursprünglich nicht für Kranke, sondern für Hilfsbedürftige, Notleidende und hilflose Alte eingerichtet worden waren. Der ursprüngliche Sinn des Wortes hospitium bedeutete Gastfreundschaft, Gastzimmer, und daraus entstand später das die Krankenbetreuung umfassende Hospital, Spital. Vom Beginn des 12. Jahrhunderts schloß sich jedem Kloster eine Abteilung für Krankenpflege an, freilich ohne Arzt, denn die Versorgung der Kranken war mehr eine karitative als eine medizinische Tätigkeit. Trotz der sich

ständig vergrößernden Anzahl von Universitäten gab es im Verhältnis zur Bevölkerungszahl nur wenige ausgebildete Ärzte. Lediglich größere Städte und die herrschenden Kreise verfügten über Ärzte, das gemeine Volk mußte sich mit Feldschern, Badern, Hebammen, Kurfuschern, Wanderheilpraktikern, Mönchen und hauptsächlich mit dem Vertrauen auf die Hilfe Gottes zufriedengeben.

Im 12. Jahrhundert entstanden auch die ersten Apotheken. Doch ihre Verbreitung ging nur langsam vor sich. Im allgemeinen bereiteten die Ärzte die Medikamente selbst zu, wobei sie hauptsächlich Heilkräuter verwendeten. Ein häufig angewandter Eingriff war der Aderlaß; doch diesen nahm gewöhnlich nicht der Arzt, sondern der Feldscher vor, der anfangs ein einfacher Barbier war, sich aber durch die vielen Kriege Kenntnisse in der Wundbehandlung aneignete und sein



Chirurgie im Mittelalter (aus einem Arzneibuch, 1531)



Ärztliche Ordination im 15. Jahrhundert: Urinbeschauung durch den Arzt (Miniatur von Christian de Pison)

Wissen entsprechend seiner Fähigkeit ohne Schulung weiterentwickelte.

Aus den bisherigen Ausführungen können wir feststellen: Obwohl in den letzten Jahrhunderten des Mittelalters überall in Europa vortreffliche Ärzteschulen tätig waren, von denen uns die Geschichte die Namen zahlreicher hervorragender Ärzte sowie ihre in lateinischer Sprache erschienenen Fachbücher aufbewahrt hat, befand sich die Medizin selbst in einem äußerst beklagenswerten Zustand. Selbst die ausgebildeten Ärzte standen den Krankheiten gewissermaßen machtlos gegenüber. Mit ihrer unentwickelten Diagnostik, die in keiner Weise zum Feststellen des Sachverhaltes ausreichte, und mit ihrer

primitiven Therapie schaden sie oft mehr als sie nutzten. Hinzu kam noch, daß im Mittelalter häufig Seuchen ausbrachen: Die Pocken dezimierten regelmäßig die Bevölkerung, oft erkrankten die Menschen an der mysteriösen Lepra, zeitweise fegte auch unaufhaltsam die Pest über das Land hinweg (Mitte des 14. Jahrhunderts vernichtete sie ein Viertel der Bevölkerung), und neben den großen Massenepidemien setzten die kleineren Seuchen niemals aus. Wirksame Medikamente gegen die Seuchen gab es nicht, das Ausräuchern und die Quarantänen halfen nicht viel. Das Massenelend, die ungenügende Hygiene in den Städten (Kanalisation gab es nicht, die Fäkalien wurden auf die Straße geschüttet), das Fehlen der persönlichen Körperpflege und die ungesunde Ernährung schädigten die natürliche Widerstandsfähigkeit des menschlichen Organismus in erheblichem Maße. So ist es verständlich, daß die Säuglingssterblichkeit siebzig Prozent überstieg. Und selbst wer das Kindesalter überlebte, konnte nur mit einer niedrigen Lebenserwartung rechnen. Es ist nicht übertrieben zu behaupten, daß die Menschen durch reinen Zufall am Leben blieben, und lediglich die außerordentlich zahlreichen Geburten — je Familie fünf, zehn oder gar fünfzehn Geburten — verhinderten, daß die Bevölkerung Europas unter solchen Umständen nicht ausstarb, sich sogar vermehrte.

Der Geist der Renaissance

Welch dankbares Unterfangen es auch sein mag, über die Renaissance zu schreiben, so undankbar ist es, ihr Wesen — aber auch ihren Anfang und ihr Ende — genau zu bestimmen. Die Bezeichnung selbst bedeutet *Wiedergeburt*, und tatsächlich wurde innerhalb einiger hundert Jahre die europäische Kultur wiedergeboren, obgleich keinesfalls das Alte wieder neu erstand, sondern wie aus der Knospe die Blüte — so entfaltete sich aus dem farblosen Alten das farbenprächtige Neue.

Manche schätzen an der Renaissance den Kult der Persönlichkeit, andere wieder die Befreiung des Zweifels, das vielseitige Interesse, den kühnen erweiterten Horizont. Dieser lobt das prunkvolle Leben der Fürstenhöfe und die Kunstliebhaberei der Priester, die die Entfaltung der italienischen Malerei bis Leonardo, ja sogar bis Michelangelo und den Bau der großartigen venezianischen Paläste gestattete; jener hingegen preist mehr die Hebung der menschlichen Würde: Schönheit und Größe müssen nicht mehr hinter einer fahlen Askese versteckt werden. Die instinktive Roheit, die Intrige und Aggression ist jedoch für die Renaissance genauso charakteristisch wie die Kultivierung des Geistes.

Auf der Suche nach Neuem

Heute wird die Renaissance gewöhnlich mit einem *dynamischen* Attribut versehen und als Ouvertüre der Verbürgerlichung verehrt. Auch dies ist berechtigt. Wenn wir diese Zeit als die *Flegeljahre* Europas bezeichnen, bringen wir bereits zum Ausdruck, wie sie war: streitsüchtig, eigenwillig, auf der Suche nach neuen Wegen, vielseitig, neugierig, respektlos, gegenüber den Traditionen unduldsam, gegenüber neuen Ideen aufgeschlossen, ruhelos wie ein Revoluzzer.

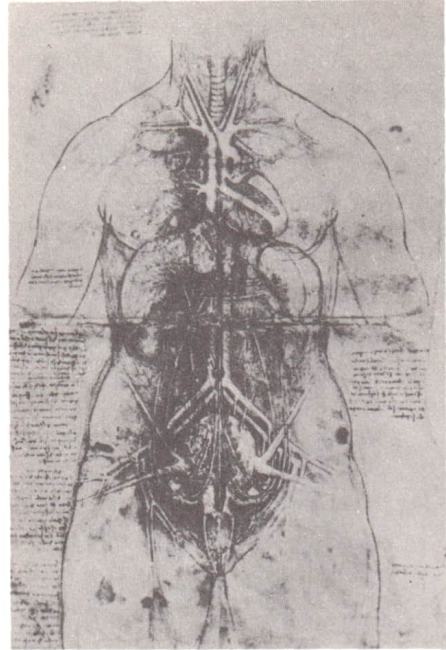
Die italienische Renaissance war anders als die deutsche, anders als die französische.



Leonardo da Vinci,
wie er mit einem Schädel
in der Hand
unterrichtet
(Zeichnung von Michelangelo, 1502)

Beim Vernehmen des Wortes Renaissance denken wir in erster Linie an Italien, es fallen uns Giotto und Leonardo ein, Lorenzo de' Medici und die Fürstenhöfe und bei den Städten der noch heute vorhandene glanzvolle Prunk von Venedig und Florenz; die schwelgerische Lebensfreude gegenüber der mittelalterlichen Askese, die Verehrung der bestehenden Schönheiten der Welt und der volle Genuß der Lebensfreude statt der Gebete und des Bangens um das Jenseits. Krämergeist und Mäzenatentum ebneten zugleich den freien Weg für die bildende Kunst, die Musik kam auf neue Töne, auf neue Worte die Literatur. Es war nicht nur eine Wiedergeburt: Das Weltbild ist innerhalb dieser wenigen hundert Jahre wesentlich erweitert worden — denn unter vielem anderem fallen in diesen Zeitabschnitt die Entdeckung Amerikas und die Umsegelung der Erde, Kopernikus' heliozentrische Hypothese (daß sich nicht die Sonne um die Erde bewegt, sondern die Erde um die Sonne), die Erfindung Gutenbergs, die Buchdruckerei, Luthers und Calvins Erhebung gegen das „universelle“ Christentum; die Erneuerung der Literatur entsprechend den drei Geistesrichtungen Dantes, Petrarcas und Boccaccios, die Wiederbelebung der Musik über Kirchenmotetten und weltliche Madrigale bis

Anatomische Zeichnung
von Leonardo da Vinci
mit den Organen des Brustkorbes
und der Bauchhöhle



zur Oper von Monteverdi, der Angriff innerhalb der Wissenschaft gegen die Torheit der Scholastik, die Morgenröte des naturwissenschaftlichen Denkens – um nur an die wichtigsten Strömungen zu erinnern.

Das Menschenideal der Renaissance ist der *uomo universale* – der allseitig interessierte Mensch. Ein besseres Beispiel als *Leonardo da Vinci* könnte man hierfür nicht finden, den wir heute als Maler der Maler verehren, der jedoch seine vielseitige Tätigkeit als Goldschmied begann und als Lautenspieler fortsetzte, dann wurde er städtischer Ingenieur und hervorragender Projektant von Festspielen, dann Kriegstechniker in der Armee Cesare Borgias; in einem Krankenhaus in Florenz hingegen lehrte er Anatomie. Außerdem befaßte er sich mit Geologie, Geophysik, Pflanzenkunde, Tierkunde, führte physikalische Experimente durch, konstruierte mechanische Geräte, beschrieb Fossilien, machte astronomische Beobachtungen und betrieb auch noch Philosophie. Als echten Wissenschaftler kann man ihn zwar nicht bezeichnen, doch wie aus seinem Tagebuch hervorgeht – das Leonardo in Spiegelschrift schrieb und das erst später von der Nachwelt enträtselt werden konnte –, vertrat er hinsichtlich der Natur eine

besonders moderne Anschauung: Er hielt nicht irgendein Wunderwesen für den Beherrscher der Natur, sondern die Natur selbst; für ihn waren die Notwendigkeit und das Rationelle ausschlaggebend.

Leonardo war zwar eine außergewöhnliche Persönlichkeit, doch als Polyhistor keine Ausnahme: Alberti, Paracelsus, Cesalpino, Kopernikus, Cardanus, Agricola, Gesner und andere waren genauso vielseitig.

Wider die Scholastik

Diese Epoche weist zahllose Künstler und Wissenschaftler auf, denen ihr Streben zur Natur, zur Wahrheit gemeinsam ist. Wann und was für natürlich und für wahr gehalten wird, das ist entsprechend der jeweiligen Zeit veränderlich, ihr Wirken ist deshalb zeitgebunden zu beurteilen. Zum Beispiel gehörte in dieser Zeitepoche die Darstellung biblischer Ereignisse ebenso zur Wahrheit, wie die mystisch-medizinische Anschauung Paracelsus' als natürlich galt — beziehungsweise genauso als natürliche Tätigkeit hingenommen wurde wie die Anfertigung eines Horoskops. Giotto's stilisierte Berge und Paläste schienen natürlicher als die schematischen und ornamentüberladenen Kunstwerke des Mittelalters, das klassische Schönheitsideal Leonardos wirkte natürlicher als die Typenfiguren des Giotto, neben den lebensvollen, in Fleisch, Blut und Bewegung gesetzten Figuren Michelangelos verblaßte die Natürlichkeit der schönsten Bilder von Leonardo und Raffael; nicht viel später wurde von den niederländischen Malern eine noch viel alltäglichere Natürlichkeit vertreten. Ebenso verhielt sich die Wissenschaft auch zum Kriterium der Wahrheit: Sie näherte sich ihr Schritt um Schritt, und das tut sie im Grunde genommen seither immer noch. Doch gerade dies ist der grundlegende Unterschied zwischen dem Denken in der Renaissance und dem Mittelalter: Während das letztere auf der Grundlage des Prinzips des *credo quia absurdum* (ich glaube, weil es undenkbar ist) steht und die Offenbarung oder das Autoritätsprinzip als höchstes Beweismittel in Betracht zieht, ist der Geist der Renaissance nur bereit zu glauben, wovon er sich überzeugt hat. Der gegen die *Scholastik* geführte Kampf ist folglich darauf zurückzuführen.

Die Scholastik ist keinesfalls eine Anhäufung von Geistlosigkeit und Unsinn, wie angenommen werden könnte, sondern die dogmatische Erstarrung der antiken und mittelalterlichen Wissenschaften:

Ihre Entwicklungsunfähigkeit wurde zum Dogma erhoben. Als sich die Wissenschaft der Renaissance gegen Aristoteles, Hippokrates oder Galenus wandte, als das naturwissenschaftliche Denken der theologischen Alleinherrschaft den Kampf ansagte, wandte sie sich im Grunde genommen nicht gegen die Ergebnisse der antiken Wissenschaften, sondern gegen deren Erstarrung, gegen das Festhalten an der Diktatur der klassischen Autoritäten. Die Gelehrten der Renaissance waren nicht unbedingt klüger als die des Altertums, in ihrem mystizistischen Wirken überboten sie diese sogar, doch sie nahmen sich das Recht, die Irrtümer der Vergangenheit zu bekämpfen.

Außer einer gewissen Begabung war hierfür auch Wagemut erforderlich. Das freie Denken reifte während blutiger Jahrhunderte heran; in den unzähligen Kriegswirren, religiösen Streitigkeiten, Verschwörungen, Aufruhren, Intrigen und Seuchen war das Leben sowieso risikovoll, die Intoleranz der Inquisitoren und der Reformatoren erschwerte insbesondere die individuelle Meinungsäußerung. Der Lebenslauf fast jedes Gelehrten und Künstlers der Renaissance verläuft wie ein Roman, oft sogar mündet er in eine Tragödie. Der Philologe *Lorenzo Valla* setzte sich mit keinem geringeren Problem auseinander als mit der weltlichen Macht des Papsttums: Er zog das Recht des Papstes, sich in weltliche Angelegenheiten einzumischen, öffentlich in Zweifel. Gleichzeitig entlarvte er die geschäftlichen Unternehmungen der Päpste, ihre politischen Verfälschungen und die Förderung und Einflußnahme ihrer illegitimen Kinder; einzig und allein die tatkräftige Unterstützung des Königs von Neapel rettete ihn vor den Fängen der Inquisition. Miguel *Serveto* wurde von Calvin wegen der Leugnung der Dreifaltigkeit auf den Scheiterhaufen gebracht. Calvin hatte das gleiche Schicksal *Castellio*, dem entschlossenen Verkünder der religiösen Duldsamkeit, zugebracht. Andreas *Vesalius*, der Schöpfer der neuzeitlichen Anatomie, kam auf dem Bußweg ins Heilige Land um, Cardanus saß eine Zeitlang im Gefängnis, *Pico della Mirandola*, ein Verkünder der menschlichen Würde, wurde der Ketzerei angeklagt und mußte nach Frankreich fliehen. *Erasmus* von Rotterdam, der jede Art der Gewalttätigkeit geistreich geißelte, wurde sowohl von Luther als auch vom Papst verfolgt, er fand schließlich in der Schweiz Zuflucht, doch in Sicherheit konnte er sich niemals fühlen. Am schlimmsten ist es *Giordano Bruno*, dem großen Philosophen des 16. Jahrhunderts, ergangen; nachdem er acht Jahre lang in den Kerkern der Inquisition geschmachtet hatte, wurde er auf dem Scheiterhaufen verbrannt.

Das Quattrocento — ein Zeitalter voller Intrigen und Fehden

Italien war im 15. Jahrhundert ein reiches Land. Seine Städte erreichten im internationalen Handel einen führenden Platz, sein Gewerbe wurde weltberühmt, und in seinen Bankhäusern sammelte sich so viel Kapital an, daß daraus — selbstverständlich gegen horrenden Zinsen — Kriegszüge finanziert werden konnten. Die Erzeugnisse der toskanischen Industrie waren nicht nur in Europa, sondern auch in Afrika und Asien gut bekannt; sie wurden dementsprechend gut bezahlt. Das Florentiner Gold — der Florentiner, der Forint — wurde zum Begriff. In den Lagunen Venedigs tummelten sich Schiffe aus aller Herren Länder. In der Mitte des Jahrhunderts übernahm Florenz die führende Rolle im Handel wie auch in der Kultur, doch die anderen italienischen Städte Venedig, Mailand, Verona, Padua, Ferrara, Urbino, Bologna, Rom und Neapel standen nicht allzuweit zurück. Dabei handelte es sich um große Städte, selbst unter Zugrundelegung heutiger Maßstäbe: Die Zahl der Einwohnerschaft überstieg die Hunderttausend. In dieser Zeit entstand die wohlhabende Schicht des Großbürgertums, doch auch das Kleinbürgertum zog seinen Nutzen aus der Konjunktur, es verelendete nicht. Die 128 000 Einwohner von Florenz wohnten in 18 000 Häusern, das bedeutet durchschnittlich sieben Personen in einem Haus.

Es war ein ränkesüchtiges Zeitalter, voller Intrigen, Komplote und blutiger Auseinandersetzungen zwischen den Städten. Bereits Dante gibt uns Kostproben über die Rivalität der Städte und Fürstentümer. Die Kämpfe wurden nicht von den Bürgern ausgefochten, sondern von Söldnerheeren, außerdem war das Leben durch den ständigen Wechsel der Machtverhältnisse unsicher: Von Zeit zu Zeit mußte man flüchten und im Exil leben . . . Doch im Quattrocento waren die Machtverhältnisse überwiegend ausgeglichen, die kriegerischen Auseinandersetzungen abgeklungen. Es war eigentlich vielmehr das Zeitalter der Ränkespiele und Verschwörungen innerhalb der Fürstenhöfe — die Bürgerschaft konnte verhältnismäßig friedlich leben. Die Fürstenhöfe wetteiferten miteinander nicht nur um Reichtum und Macht, sondern auch um Luxus in ihrer Hofhaltung und — was damit gleichzeitig verbunden war — um die führende Rolle bei der Entfaltung der humanistischen Kultur.

Machiavellis Schilderung zufolge war der Mailänder Lodovico Sforza ein gewalttätiger Renaissancefürst, doch seine umfassende Bildung wurde auch von seinen Gegnern anerkannt. Sein Hofdichter

schrieb über ihn: „Die Gelehrten und Künstler strömen ihm so zu wie die Bienen dem Honig.“ Er wollte seine Stadt zum neuen Athen erheben, angeblich lebten neunzig Humanisten an seinem Hofe.

Eine geradezu gegenteilige Persönlichkeit war der sanftmütige und rechtschaffene Herzog von Montefeltro, der Fürst des Hofes in Urbino. Er war ein leidenschaftlicher Sammler von Handschriften (die neue Erfindung dagegen — das mit der Maschine gedruckte Buch — verachtete er). Das galante Leben an seinem Hofe wurde von Baldassare Castiglione beschrieben und als Beispiel seiner Zeit herausgestellt. Aus seinem Kreis trat Raffael, der Maler, seinen weltweiten Siegeszug an.

Ferrara wurde vom Fürstengeschlecht der Este zur Theaterstadt gemacht. Im größten Theater der Stadt fanden fünftausend Menschen Platz. In der Pflege der Künste und Wissenschaften hat das Geschlecht der Este seine Zeitgenossen in jeder Weise überboten; es hat die Universität in Ferrara gegründet, deren Professor für Medizin sechzig Jahre hindurch der aufgeklärte Leonicino war.

In Verona wetteiferten die Scaligeros und Viscontis so lange miteinander, bis die Stadt unter die Herrschaft von Venedig fiel, deren besonderer Stolz zunächst die Rednerschule von Guarino war. Padua wurde bereits im vorhergehenden Jahrhundert durch die Fresken von Giotto unsterblich. Seine Universität war schon seit dem Jahre 1222 der Stolz der Kulturwelt, wie auch die von Bologna, wo ein Nachkomme des berühmten Aldrovandi-Geschlechts an einer gewaltigen naturkundlichen Enzyklopädie arbeitete. Der Hof von Neapel bot Lorenzo Valla Zuflucht, der vorher in Pavia und Mailand lehrte, und zwar verkündete er die lebensbejahende und realistische Philosophie Epikurs, wobei er der gewohnten Autoritätshuldigung Aristoteles' entgegentrat — und was ein noch mutigeres Unterfangen war: Er widersetzte sich der weltlichen Macht des Papstes. Ferner geißelte er die Verderbtheit der Priester und Mönche, die geschäftlichen Unternehmungen der Päpste, die Simonie und den Nepotismus — das heißt den Verkauf von Heiligtümern und kirchlichen Ämtern sowie das Zuschancen von Macht an legitime und illegitime Verwandte des Papstes. Er wies sogar nach, daß die berühmte Schenkungsurkunde Kaiser Konstantins — die die weltliche Macht des Papsttums rechtlich belegen sollte — eine gewöhnliche Fälschung war. Dies war eine peinliche Enthüllung, und Valla wäre gewiß ein Opfer der Inquisition geworden, hätte ihn König Alfonso von Neapel nicht gerettet.

Unter den glanzvollen Höfen des italienischen Quattrocento ragte

besonders der Hof der Medici in Florenz heraus. Cosimo de' Medici festigte die Macht der alten Familie im ersten Drittel des Jahrhunderts mit Gewalt und schlauer Politik: Wen er von seinen Rivalen nicht durch Mord aus dem Wege räumen konnte, den richtete er durch Erhebung von Steuern zugrunde. Er verstand es, das Volk mittels demokratischer Maßnahmen für sich einzunehmen, um den republikanischen Anschein zu wahren und seine Alleinherrschaft zu sichern. An seinem Hof wirkte unter Leitung des Philosophen und Naturgelehrten Marsilio Ficino die platonische Akademie, ein Vorläufer der späteren Salons. Hier unterhielt man sich über Philosophie, Dichtung und Politik, diskutierte die erregenden Ideen Lorenzo Vallas und die eigenen mehr oder minder freigeistigen Ansichten. Die platonische Akademie wurde des öfteren vom alternden Baumeister Brunelleschi, dem jungen Maler Verrocchio sowie dem Bildhauer Donatello und Fra Filippo Lippi besucht, von denen die Plätze und Paläste von Florenz mit Schöpfungen von ewigem Wert ausgestattet wurden; sie nahmen sogar die aus Konstantinopel geflüchteten Wissenschaftler



Lorenzo de' Medici, 1449–1492 (unbekannter Maler)

bei sich auf, nachdem gerade damals — im Jahre 1453 — die Türken Byzanz, die einst ruhmreiche Weltstadt, besetzt hatten.

All dies war nur der Anfang — dem Werke Cosimos wurde von seinem Enkel Lorenzo de' Medici, dem man den Beinamen *il Magnifico* verlieh, die Krone aufgesetzt. Er war genauso gewalttätig und listig wie sein Großvater, in seinem Geschäftsgeist überragte er diesen sogar, daneben war er ein Genießer und Gönner der Wissenschaften und Künste, ein Freidenker; er verstand einiges von der Dichtkunst, Malerei, Architektur und sorgte vor allen Dingen dafür, daß der Renaissanceprunk seines Hofes von der ganzen Welt bewundert wurde. Ein illustres Mitglied seiner Akademie war der junge Herzog Pico della Mirandola, der gegenüber der Askese des Mittelalters den Begriff der *Menschenwürde* in den Mittelpunkt des Interesses stellte. Die Literatur wurde außer dem Dichter Angelos Poliziano von den drei Geschwistern Pulci vertreten. Die bildende Kunst am Hofe Lorenzos war durch keinen geringeren als den schwärmerisch veranlagten Botticelli, den durch seine Vielseitigkeit allgemein bekannten Leon Battista Alberti, den alle überragenden Leonardo da Vinci und sogar den jungen Michelangelo vertreten, der später das so berühmte Grabmal der Medici schuf. Doch nicht nur aus den benachbarten Städten, sondern auch aus dem fernen Norden erhielt der Hof des Magnifico Besuch, von Künstlern und Humanisten gleichermaßen, zum Beispiel aus deutschen Landen den Führer der Humanisten, Johannes Reuchlin, oder aus Flandern den Schöpfer der neuen Musik, Josquin Desprez. Lorenzo stand nicht nur mit den italienischen Fürsten in engem Briefwechsel, sondern auch mit fernen Herrschern, beispielsweise mit Matthias, dem ungarischen König, der zur gleichen Zeit an seinem Hof zu Buda und Visegrád den Geist der Renaissance einführte und pflegte, oder mit dem Sultan Mehmed, der nach der Eroberung von Byzanz Herr der östlichen Welt war und Lorenzo als Aufmerksamkeit zur Förderung seines Botanischen Gartens und Tiergartens exotische Tiere übersandte.

Das farbenprächtige Leben der Renaissance eröffnete Möglichkeiten, die vorher von den asketisch-theologischen Anschauungen des Mittelalters unterbunden wurden. Nicht nur der Reichtum allein, sondern all das, was jetzt damit im Zusammenhang stand: Die glanzvollen Paläste, die prächtigen Gemälde, die verschwenderischen Festmahle und Volksfeste, die weltliche Literatur, die Musik, das Erwachen des naturwissenschaftlichen Interesses, die Abenteuerromane und schlüpfrigen Geschichten, der sich in aller Stille verbreitende reli-

giöse Zweifel, ja sogar der Atheismus — all das stand in scharfem Gegensatz zur bisherigen Askese.

Lorenzos Verschwendungssucht und unverantwortliche Geschäfte zerrütteten nicht nur das wirtschaftliche Gleichgewicht der Stadt; Handel und Gewerbe zerfielen, Arbeitslosigkeit und Elend gewannen die Oberhand, sondern damit waren zugleich eine ungleiche Verteilung der materiellen Güter, der Verfall der Moral und das Fehlen von Rechtmäßigkeit verbunden. Und als die Diskrepanz, die Herausbildung der Extreme der Renaissance zu offensichtlich wurde — der Reichtum der Kunst und des Geistes, die Freiheit des Denkens und zugleich das Elend und der sittliche Zerfall —, da trat der Mönch Savonarola, der besessene Verkünder der mittelalterlichen Askese, auf den Plan.

Gegenüber Lorenzo war er noch machtlos, doch kurz nach dem Tod des Magnifico gelang es ihm, die Macht in der Stadt an sich zu reißen und mit seiner Theokratie für drei Jahre den mittelalterlichen Geist wieder zu entfachen. Es war in jeder Hinsicht ein aufschlußreiches Experiment: Savonarola versuchte aus reiner Überzeugung und mit der Leidenschaft von Purifikatoren, das Rad der Geschichte zurückzudrehen. Er fanatisierte nicht nur den Pöbel, sondern auch die Mehrheit der unzufriedenen Bürgerschaft und vor allem die heranwachsende Jugend. Besessene Kinderscharen durchzogen die Stadt, drangen in die Wohnungen ein, trugen die „eitlen Freuden des Lebens“ zusammen und warfen sie auf den Scheiterhaufen. Das war ein grauenvolles Ritual. Auf dem Hauptplatz von Florenz wurden Objekte zur körperlichen Verschönerung und zur Pflege des Geistes zu Pyramiden aufgetürmt: Man begann mit Festkleidern, Utensilien der Faschingsmaskerade, Putzartikeln und Perücken, darauf wurden Schachbretter, Würfelspiele, Spielkarten und Musikinstrumente — Harfen, Gitarren, Lauten, Jagdhörner — geworfen; auf die Spitze der Pyramide kamen Bücher und Bilder. Unter den Büchern verbrannten Werke von Petrarca und Boccaccio, Romane von Pulci, aber auch Werke antiker Dichter, beispielsweise von Vergil, sowie schmuckvolle ledergebundene Pergamenthandschriften; unter den Gemälden befanden sich neben geschmacklosen Schmierereien Gemälde von Botticelli, Fra Bartolomeo oder Lorenzo di Credi, hauptsächlich Bildnisse junger und hübscher florentinischer Frauen. Wie viele Werte anläßlich einer solchen „Feier“ vernichtet wurden, können wir daraus schließen, daß ein anwesender venezianischer Kaufmann 20 000 Golddukatn für die zusammengetragenen Sachen bot; als Antwort

wurde in aller Eile ein Bild von ihm gemalt und auf die Spitze der Pyramide gelegt.

Groß und klein der Stadt war stets zugegen — jeder zeigte eine fröhliche Miene — denn wer konnte wissen, ob nicht ein Denunziant neben ihm stand? Savonarola hielt erst eine zündende Strafrede, dann wurde der Haufen auf Anweisung der Signoria (Rat der Stadt) angezündet und Gott der Herr mit jubilierendem heiligem Gesang gehrt.

Daraus könnte man schließen, daß Savonarola ein ungebildeter Barbar war, doch davon kann keine Rede sein. Er war nicht nur in der Philosophie bewandert, sondern auch in den zeitgenössischen Naturwissenschaften, ja sogar in der Literatur und der bildenden Kunst. In seinen philosophischen Schriften stand er Aristoteles, Albertus Magnus und Thomas von Aquino nahe. Er betrachtete den Dienst an der Kirche als ausschließliche Verpflichtung. *Dicendum est sic* (das muß so gesagt werden) — das war die Beweisführung seines Standpunktes, und wer daran zweifelte oder zu widersprechen wagte, den bezichtigte er der Ketzerei. Wehe dem, der den Verdacht des Ketzeriums auf sich zog. Savonarola ging mit seinen Gegnern genauso



Savonarola (Stich nach einem Bild von Leonardo da Vinci)

schonungslos um wie kurz danach diese mit ihm. Unter seinen Anhängern befanden sich aber nicht nur fanatische Dummköpfe, sondern auch hervorragende Geister. Zum Beispiel Botticelli wie auch Bartolomeo oder Lorenzo di Credi warfen ihre „entarteten“ Gemälde eigenhändig auf den Scheiterhaufen, und selbst Michelangelo war von diesem leidenschaftsvollen besessenen Mönch beeindruckt, vielleicht sogar Raffael.

Der Versuch einer Wiederherstellung des Mittelalters dauerte insgesamt drei Jahre. Savonarola diente zwar der Kirche, doch er geißelte die Verderbtheit der Päpste genauso leidenschaftlich wie früher Dante; als seine Macht ins Wanken geriet, trug Papst Alexander VI. dazu bei, daß seine Gegner ihn beseitigen konnten. Auf demselben Hauptplatz, wo er selbst vor kurzem die Beweise der irdischen Eitelkeit ins Feuer hatte werfen lassen, mußte er im Jahre 1498 auf den Scheiterhaufen steigen. Dieselben Massen, die kurz vorher noch seinem Fanatismus gehuldt hatten, sahen sich jetzt seinen Feuertod gleichgültig oder schadenfroh an. Der Borgia-Papst, der hinsichtlich seiner eigenen geistlichen Reinheit in jeder Beziehung hinter den Idealen des Mönches weit zurückstand, verkörperte gegenüber Savonarola trotzdem den Fortschritt, als er ihn in den Tod schickte: Mit der Person Savonarolas wurde symbolhaft das neuerstandene Mittelalter verbrannt.

Die gelehrte Unwissenheit

Die Wissenschaft des Quattrocento hielt mit der Entfaltung der schönen Künste nicht Schritt. In diesem Jahrhundert, in dem außer von den bereits erwähnten Florentiner Künstlern von dem Paduaer Mantegna, von Bellini in Venedig und von dem aus Umbrien stammenden Perugino und anderen das große Zeitalter der Malerei vorbereitet wurde und die Bildhauerei, die Architektur, aber auch die Musik sich stürmisch aus dem Mittelalter erhoben — hinauf auf die strahlenden Höhen der Renaissance —, befreite sich das philosophische und naturwissenschaftliche Denken viel schwerfälliger aus den Fesseln des Mittelalters. Sowohl der Mystizismus als auch die Scholastik erwiesen sich als zu feste Bindungen.

Dennoch, gerade zu Beginn dieses Jahrhunderts wurde jener gelehrte Bischof geboren, der es wenigstens versuchte, eine Moderni-

sierung des naturwissenschaftlichen Weltbildes zu unternehmen: Nicolaus Cusanus. Dämmerhaft traten vor ihm Gedanken auf, die zu richtunggebenden Ideen künftiger Jahrhunderte werden und in ihren Grundlagen die vorhandene allgemeine Meinung über das Universum verändern sollten. Gedanken, wofür ihn der Tod auf dem Scheiterhaufen ereilt hätte, wäre er entschlossener für sie eingetreten.

Vor allem die Überlegung, daß sich die Erde dreht, war ein solcher Gedanke. Cusanus verkündete die Unendlichkeit der Welt, die Unendlichkeit habe keinen Mittelpunkt, demnach könne die Erde nicht Zentrum des Weltalls sein. Deshalb müsse offensichtlich, von einem anderen Planeten betrachtet, die Erde genauso als ein sich in Drehung und Umlauf befindlicher Himmelskörper zu sehen sein, wie wir die anderen Planeten sehen. Weshalb jedoch nehmen wir die Drehung nicht wahr? Die Bewegung sei nur wahrnehmbar, wenn man sie auf etwas beziehen könne. So kann beispielsweise ein im Kahn sitzender Mensch im Dunkel die Bewegung nicht wahrnehmen, weil er das Ufer nicht sieht. Die Erkenntnis der Wirklichkeit, Cusanus zufolge, erfordere in solchen Fällen, daß wir auch Dingen Glauben schenken müssen, die die Grenzen unserer Empfindung übersteigen, ja sogar scheinbar unserem Empfinden entgegenwirken; die Unwissenheit der Gelehrten sei darauf zurückzuführen, daß sie die unendliche Welt mit ihren endlichen Sinneswahrnehmungen beurteilen, obwohl mitunter Experimente und mathematische Zusammenhänge höher einzuschätzen sind als einfache Wahrnehmungen. Das Verständnis sei auch dadurch erschwert, daß die Dinge nie homogen (einheitlich) sind, sondern sich als das Resultat zweier gegensätzlicher Ansichten erweisen, wie auch der Mensch die Sterblichkeit und Unsterblichkeit, den Körper und die Seele, das Tierische und Göttliche in sich vereint.

Um die Versöhnung dieser Gegensätze bemühte sich Cusanus nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch im gesellschaftlichen Leben: So wollte er die westliche und die östliche Kirche miteinander versöhnen, sämtliche Religionen miteinander vereinen und die Theologie mit den Naturwissenschaften auf einen gemeinsamen Nenner bringen — müssen wir noch erwähnen, daß seine Bemühungen keinen Erfolg hatten?

Ähnliche Ideen vertrat auch Pico della Mirandola, obwohl nicht die Naturwissenschaft, sondern der Mystizismus sein inspirierendes Element war. Ihm schwebte vor, sämtliche Philosophen auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen und die Wissenschaft mit der Religion

Giovanni Pico della Mirandola,
1463–1494



auf der Grundlage göttlicher Offenbarungen zu versöhnen. Er faßte alle bedeutenden philosophischen Fragen in neunhundert Paradoxa zusammen und wandte sich mit dem Vorschlag an den Papst, daß dieser auf Kosten Pico della Mirandas sämtliche Wissenschaftler der Welt nach Rom einberufen möge, um eine öffentliche Diskussion über diese Thesen zu veranstalten. Der Papst erkannte sofort die Gefahr einer derartig freien Meinungsäußerung und ließ die Thesen Picos für ketzerisch erklären. Pico della Mirandola mußte flüchten, er wurde vorübergehend sogar eingekerkert. Lorenzo de Medici erwirkte Gnade für ihn, und in seinen noch verbleibenden Jahren befaßte sich Pico della Mirandola nur noch mit Kabbalistik, deren begeisterter Anhänger er war, die Astrologie jedoch hielt er für einen naiven Aberglauben.

Die Einleitung der neunhundert Thesen besteht aus einer Verkündung der *menschlichen Würde*: Da der Mensch das Ziel der Schöpfung sei, bestehe sein Recht und seine Pflicht in der Anerkennung der Gesetze des Universums, in der Bewunderung seiner Schönheit und Größe. Gegenüber der mittelalterlichen Demut wurde die Würde zu einer der führenden Ideen der Renaissance, anstatt einer Ver-

schmähung der Schönheiten der Welt und der Unantastbarkeit der Naturgeheimnisse traten ein wohlthuendes Ergötzen und Erforschen, an Stelle des scholastischen Dogmas der humanistische Zweifel.

Das wirkliche Forschen war mehr dem folgenden Jahrhundert vorbehalten; das Quattrocento ist vor allem durch die Entwicklung der exakten Wissenschaften und den Zweifel gekennzeichnet. Die Wissenschaftler dieses Zeitalters faßten gewissermaßen die bisherigen Ergebnisse zusammen und stellten die Mängel fest, für deren Bereinigung sich erst später die Wissenschaftler des Cinquecento einsetzten. Der Königsberger Regiomontanus übersetzte hintereinander die Werke der klassischen Mathematiker, dabei skizzierte er die Grundlagen der Trigonometrie. Die Arbeit des Florentiner Luca Pacioli – die *Summa de Arithmetica* – faßt all das zusammen, was in der Mathematik bislang bekannt war, und zeigt gleichzeitig an, in welcher Richtung weiter fortzuschreiten ist. Doch erst die in den Universitäten zu Paris und Bologna heranwachsende nachfolgende Generation wandte sich der Lösung dieser Aufgaben zu. Bezeichnend ist ferner, daß das Universalgenie Leonardo da Vinci, der gleichzeitig auch der größte Künstler dieser Epoche war, sich zwar mit den verschiedensten Zweigen der Naturwissenschaften beschäftigte, doch hauptsächlich über zukünftige Möglichkeiten Betrachtungen anstellte, wobei er seine Gedanken, Ideen und Überlegungen nicht veröffentlichte, sondern nur für sich in Geheimschrift vermerkte, so daß diese oder jene potentiell produktiven Ideen unproduktiv blieben. Die Nachwelt neigt dazu, die naturwissenschaftliche Leistung Leonardos gehörig überzubewerten; genaugenommen hatten diese naturwissenschaftlichen Betrachtungen keine *Bedeutung*, sie waren lediglich aufschlußreich (denn nachdem sie bekannt geworden waren, hatte die Wissenschaft sie längst überholt), und wegen ihrer Isolierung konnten ihre Irrtümer nicht korrigiert werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist Leonardos Anatomie: Leonardo beschäftigte sich eingehend mit der Anatomie, seziierte selbst und lehrte Anatomie. Obwohl seine Schaubilder mit bewunderungswürdiger Kunst angefertigt worden waren, benötigt der medizinische Fachmann von heute nur einen Augenblick, um krasse Fehler festzustellen. Selbst wenn die anatomischen Kenntnisse Leonardos weiterentwickelt waren als die seiner Zeitgenossen, besaßen sie für die Generationen, die nach Vesalius folgten, nur noch einen historischen Wert. Ähnlich ist die Situation im Zusammenhang mit den interessanten geologischen und geophysikalischen Feststellungen Leonardos, mit der richtigen Deutung der Fossilien, mit sei-



Regiomontanus erklärt das ptolemäische System
(veröffentlicht in einem 1543 erschienenen Buch)

nen wertvollen botanischen und zoologischen Beobachtungen, seinen Arbeiten im Bereich der Mechanik und seinen physikalischen Konzeptionen: Die großartige Vorahnung einer genialen Idee in der Epoche der *docta ignorantia* – der gelehrten Unwissenheit –, wie Cusanus es genannt hat, blieb wirkungslos verborgen hinter einem geheimschriftlichen Gespinnst, bei deren Enträtselung die Wissenschaft nur noch die außerordentlichen Fähigkeiten seines visionären Geistes bewundern, doch von seinen genialen Einfällen in keiner Weise Nutzen ziehen konnte.

Am Anfang der Neuzeit

Im vergangenen Jahrhundert konnte man noch einheitlich vom Geist der Renaissance sprechen, für das 16. Jahrhundert ist dies nicht mehr möglich. Nicht daß der Geist der Renaissance ausgestorben wäre, doch er veränderte, entwickelte sich und vermischte sich mit vielem anderem: Es war nicht mehr der vagabundierende, selbst in seiner Unabhängigkeit noch lebenswürdige, die mittelalterlichen Traditionen bewahrende, der individualistische Lebensform äußernde Geist, der selbst in seiner Tragödie noch spielerisch sein wollte – die Veränderung in das neue Jahrhundert vollzog sich mit blutigem Ernst: An Stelle der kleinen Geplänkel zwischen den Städten brachen verheerende Kriege aus, die ganz Europa erschütterten. Im Westen verwüsteten die Armeen Karls V. Rom, und im Osten drangen die Türken bis Buda vor. Die religiösen Gegensätze schlugen in blutige Auseinandersetzungen zwischen der Reformation und Gegenreformation um, in deren Ergebnis sich das Aussehen Europas von Grund auf veränderte. Außerdem dürfen wir nicht vergessen, daß sich das Weltbild zwischendurch gründlich vergrößert hatte: Seit Christoph Kolumbus tobte der Kampf auch auf der anderen Seite der Erdkugel. Die Kolonisation, Spekulation und der Sklavenhandel nahmen ihren Anfang, das Edelmetall strömte aus Amerika und Indien, der Weltmarkt erreichte eine erhebliche Ausweitung, und es steigerte sich die wirtschaftliche Macht des Bürgertums sowie das Elend der arbeitenden Bevölkerung. Die niederländischen Handelsstädte überflügelten die italienischen Städte, die englische Handelsflotte überholte die holländische, und die englische Kriegsflotte besiegte die spanische Armada. Die Hegemonie Italiens konnte weder von der Feder Machia-

vellis, weder von der Streitmacht Cesare Borgias noch durch die Autorität des Papstes bewahrt werden; vor totalem Zerfall schützte es nur die Inquisition der Dominikaner und der neuentfaltete kämpferische Fanatismus der Jesuiten.

So begann sich die neuzeitliche Welt zu entfalten. Das Leben war recht bunt und aufregend, in jeder Hinsicht unsicher, denn jeder Tag war voller unheilvoller Überraschungen. Das Leben bewegte sich gewissermaßen zwischen Seuchen, Söldnern, Denunzianten und Inquisitoren. Die Städte sahen malerisch aus, in ihnen zu leben war jedoch ungesund: Zwischen furchterregenden Schanzen und Wällen, Bastionen und Türmen erhob sich mitunter ein glänzender Palast, umgeben von vielen kleinen Häusern in überfüllten, schmutzigen, krummen Gassen. Die oberen Etagen der Wohnhäuser waren vorgebaut, so daß deren Geschosse in den engen Straßen fast aneinanderstießen, darunter dunkle, schlecht durchlüftete Gassen, meist ohne Pflasterung. Die Häuser hatten keinen Schornstein, keine Dachrinnen; der Regen rann von den Hausdächern direkt auf die Straßenmitte, wohin man auch den Unrat und Kot warf. Die Paläste waren aus Steinen errichtet und hatten Glasfenster; die Wohnhäuser, eng aneinandergereiht, bestanden dagegen überwiegend aus Holz; sie waren mit Stroh gedeckt und hatten Fenster aus Ölpapier. Falls irgendwo ein Hausdach Feuer fing, stand innerhalb kurzer Zeit das gesamte Stadtviertel in Flammen. Die Bekleidung der Adligen, der Dienerschaft und der Soldaten war farbenprächtig, die Mittellosen aber gingen in Lumpen. Produktive Arbeit wurde von verhältnismäßig wenigen verrichtet. Ein großer Teil der Bevölkerung setzte sich aus Bettlern, Dieben, Wegelagerern, Gelegenheitsverkäufern, Quacksalbern, Pilgern, Dirnen, Mönchen, Nonnen, Söldnern, Lakaien und Adligen zusammen. Geschickte Handwerker wurden hoch geschätzt und gut bezahlt. Die Lage der Lohn- und Landarbeiter war schwer; gerieten sie als Arbeitslose auf die Straße, kümmerte sich niemand um sie, und die Behörden gingen mit ihnen wie mit Verbrechern um. Krankenhäuser gab es wenig, und sie waren meistens überfüllt, dabei handelte es sich mehr um Elendsquartiere als um Heilstätten. Öffentliche Bäder waren verhältnismäßig reichlich vorhanden, nicht so sehr aus hygienischen Gründen, sondern vielmehr zur Befriedigung schlüpfriger Gelüste. Die Beamtenschaft war noch unbedeutend, die Schicht der Intelligenz erst allmählich im Entstehen. Als erstrebenswertes Ziel galt die kirchliche Laufbahn, teils aus Karrieresucht, teils aber auch in Erwartung eines ruhigen und müßigen Lebens. Das Leben zwischen Prie-

stern und Nonnen war genauso frei wie außerhalb der Orden. Einige Nonnenklöster wetteiferten mit den Bordellhäusern, lediglich Kurtisanen kam mehr Verehrung zu. Die Priester waren durch das Zölibat zwar von der Ehe ausgeschlossen, jedoch nicht von der Liebe; sie konnten sogar Bordelle oder Gasthäuser unterhalten, bis dies später durch päpstliches Dekret verboten wurde.

Die Justiz war willkürlich, die öffentliche Sicherheit unzureichend. Die Gesetze schrieben entsetzenerregende Strafen vor, doch sie wurden verhältnismäßig selten vollstreckt, zumindest im Vergleich zu den festgestellten Straftaten. Geldfälscher wurden in siedendes Wasser gesteckt, Ehebrecherinnen lebend begraben, Landesverräter gevierteilt, Verleumdern ein Zeichen eingebrannt, Mörder wurden gerädert, oder es wurde ihnen die Haut vom Leibe gezogen, Gotteslästern wurde die Zunge herausgerissen und Aufwieglern die Hand oder das Ohr abgeschnitten – falls es gelang, sie zu ergreifen und sie weder genügend Geld noch einflußreiche Befürworter hatten, die die Bestrafung verhindern konnten. Nur die Inquisition war weder zu bestechen noch durch die Fürsprache einer Autorität zu einer besseren Einsicht zu bewegen – denn das Heilige Amt diene nicht dem zivilen Recht, sondern der Macht der Kirche.

So sah die Welt gegen Ende des Mittelalters, im von Gold glänzenden und vom Blut triefenden Cinquecento aus, als in England Thomas Morus seine *Utopia* und in Frankreich Rabelais seinen satirischen Abenteuerroman *Gargantua et Pantagruel* schrieb, Montaigne hingegen in seinen berühmten Essais über Leben und Tod philosophierte, in Italien Tasso verbittert die schönsten Zeilen seines *Befreiten Jerusalem* löschte, in Deutschland Hutten um die deutsche Einheit kämpfte, in Basel Erasmus sein *Lob der Torheit* herausgab, in Genf Serveto auf dem Scheiterhaufen wegen der Leugnung der Dreifaltigkeit Gottes starb, Castellio sich wegen seines Manifestes zur Verteidigung Servetos auf sein Martyrium vorbereitete und in Spanien Cervantes die Albernerheit der Ritterromantik auf die Federspitze trieb . . . Das Schicksal der Humanisten war keinesfalls einfach, auch nicht das der Maler; trotzdem wurden von Michelangelo, Tizian, Tintoretto und Greco sowie im Norden von der Familie Bruegel vollkommen neue Wege in der Kunst beschritten. Und natürlich: Shakespeare begann in diesem Jahrhundert zu schreiben.

Und die Wissenschaft?

Wer im Cinquecento nur den Kampf gegen die Scholastik sieht, schätzt dessen wissenschaftliche Leistung zu gering ein. Es stimmt

zwar, der Dogmatismus hat noch nie so gepoltert und gerasselt wie in diesem Jahrhundert. Doch das Lebenswerk von Kopernikus, Telesio, Vesalius, Ambroise Paré, Gesner oder Giordano Bruno bedeutet mehr: Fundierung eines neuen naturwissenschaftlichen Weltbildes.

Es waren kaum hundert Jahre seit der Entdeckung der Buchdruckkunst durch Gutenberg vergangen, und die Buchdruckereien sprossen wie Pilze aus dem Erdboden. Nicht nur die Bibel wurde in mehreren Sprachen und in vielen Exemplaren gedruckt, sondern Europa wurde mit einer solchen Fülle von naturwissenschaftlichen Werken überschwemmt, daß wir uns heute verwundert fragen müssen: Wie war es möglich, Leser für so viele Bücher zu finden, selbst wenn es genügend Autoren für diese Bücher gab? Nicht nur aus Venedig, Florenz, Padua, Bologna, sondern auch aus den Buchdruckereien in Nürnberg, Frankfurt, Basel, Antwerpen, Lyon, Paris, London und vielen anderen Städten kamen mehrbändige astronomische, anatomische, zoologische, botanische und medizinische Bücher. Rückständige Professoren an den Universitäten versuchten zwar der Entfaltung der Naturwissenschaft Hindernisse in den Weg zu legen, doch die Obduktion, die Naturkunde, die Weltreisen, die Sammlung von Erfahrungen und vor allem das sich immer mehr aus der drückenden Last der Scholastik befreiende Denken erschwerten die Wahrung und den Schutz der veralteten Lehren. Das war „eine Zeit, die Riesen brauchte und Riesen zeugte, Riesen an Denkkraft, Leidenschaft und Charakter, an Vielseitigkeit und Gelehrsamkeit“.*

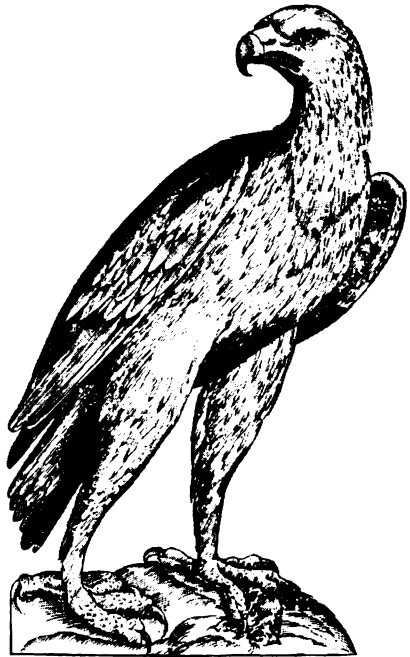
Die Vielseitigkeit der Naturforscher des 16. Jahrhunderts

Mitte des 16. Jahrhunderts öffnete sich eine Schleuse, aus der ein Strom naturwissenschaftlicher Bücher ins Freie gelassen wurde. Sie lassen uns heute auf die reiche Forschungsarbeit jener Zeit schließen; dabei fällt uns auf, daß es sich bei diesen Werken nicht nur um die Kommentierung antiker Autoren handelt, sondern mehr oder weniger bereits um selbständige Produkte wissenschaftlicher Tätigkeit.

Die Reihe wird mit einer illustrierten Botanik des Deutschen Otto Brunfels eröffnet: Er ist einer der „Väter der Botanik“, außer ihm präsentieren sich noch eine ganze Reihe von „Vätern“ mit ihren botani-

* Karl Marx/Friedrich Engels, Werke, Bd. 20, Dietz Verlag, Berlin 1962, S. 312

Darstellung eines Adlers
in dem Buch von Aldrovandi
Ornithologia, 1599



schen Bekanntmachungen, beispielsweise Hieronymus Bock, der unter dem Namen Tragus Jahrhunderte hindurch verehrt wurde und vor allem als eigenständiger Erforscher der Vogesen hervortrat, oder der Tübinger Naturforscher Leonhard Fuchs sowie Valerius Cordus und Lonicerus, der dem Geißblatt seinen lateinischen Namen verlieh. Unter den Zoologen sind die Werke des Franzosen Pierre Belon bedeutungsvoll, der als einer der ersten vergleichend anatomische Untersuchungen durchführte, hauptsächlich bei der Erforschung von Fischen und Vögeln, während sich Guillaume Rondelet aus Montpellier zur gleichen Zeit für die homologen Organe der Fische interessierte. Ulisse Aldrovandi aus Bologna erfaßte in vierzehn Bänden die gesamte Tierwelt, ohne Originale zur Verfügung zu haben, obwohl er selbst – wie viele in dieser Epoche – ein Privatmuseum und einen botanischen Garten unterhielt und leidenschaftlicher Knochen-, Pflanzen- und Mineraliensammler war; Aldrovandi war von Beruf Apotheker und Anatom, und er lehrte vierzig Jahre lang an der Universität.

Diese Vielseitigkeit – als Überlieferung der Renaissance – war für die Gelehrten der Epoche charakteristisch: Sie befaßten sich mit allem. Am herausragendsten von ihnen war der Züricher Konrad Ges-

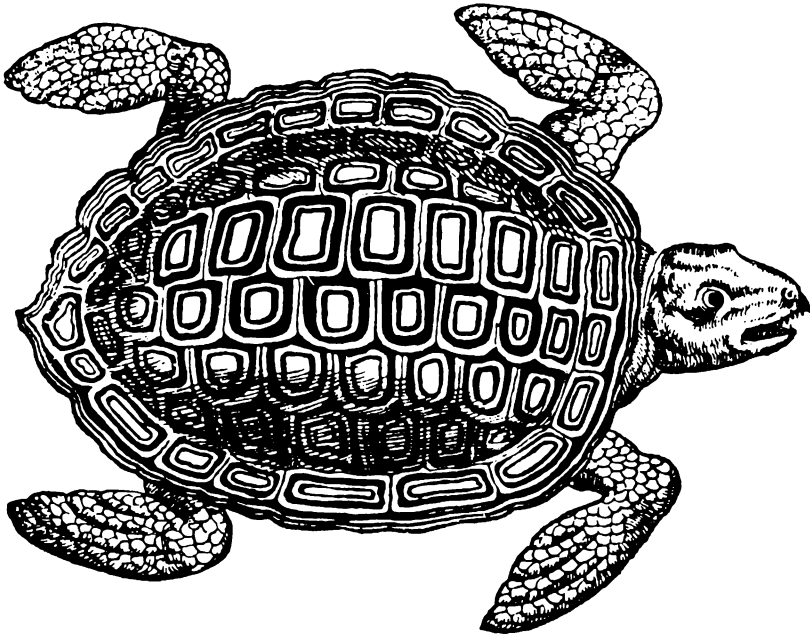
ner, Arzt und Sprachgelehrter, Verfasser von Wörterbüchern und Lexika, Kommentator antiker Autoren, Autor volkstümlicher medizinischer Bücher, Psychologe, Botaniker und Bibliograph; zeitweise war er auch als Lehrer der griechischen Sprache, Professor für Philosophie und als städtischer Oberarzt tätig. Außerdem interessierte sich Gesner für Heilpflanzen, Heilbäder, Schlangengift und Heilsteine. (Damals waren besonders das „Einhorn“, der „Zungenstein“, „Judenstein“, „Bezoarstein“ und ähnliche Zaubermittel beliebt, an deren Heilwirkung selbst Gesner glaubte.) In seinen medizinischen Büchern wurde der Seuchenschutz genauso behandelt wie die chirurgische Operationslehre. In seiner unvollendeten Pflanzenkunde praktizierte Gesner das Verfahren der Bezeichnung der einzelnen Pflanzen nach einem berühmten Botaniker. (Außerdem publizierte er die Bezeichnungen der Pflanzen und Tiere in griechischer, lateinischer, französischer, englischer, italienischer, deutscher, slawischer, illyrischer und schwyzerdütscher Sprache.) Ferner wird sein Name durch eine fünf-bändige *Historia animalium* bewahrt, in welcher er außerordentlich interessante Einzelheiten über Lebensweise, Entwicklung, Instinkte, Krankheiten, Umgebung und anderes der Tiere beschreibt. Obgleich in seinem Buch viel altertümlicher und mittelalterlicher Aberglaube enthalten ist, blieb es bis in Linnés Zeit verwendbar. Es war Gesner nicht vergönnt, seine Pflanzen- und Mineralkunde abzuschließen, weil ihn im Alter von fünfzig Jahren die Pest hinwegraffte.

Der größte Mangel dieser naturkundlichen Arbeiten bestand darin, daß die Autoren nicht in der Lage waren, die Tiere beziehungsweise die Pflanzen vernünftig zu systematisieren. In den meisten Fällen blieb man bei der zoologischen Einteilung von Aristoteles und der botanischen von Theophrast, nur daß zwischendurch zahlreiche neue Tiere und Pflanzen erfaßt werden mußten und sich demnach die antiken Kategorien als zu eng erwiesen. Dieses Problem versuchte Andrea Cesalpino, ein gleichfalls vielseitiger Wissenschaftler, zu lösen. Er war Arzt des Papstes, später Professor an der Universität von Rom, scholastischer Philosoph und Naturforscher. In seiner sechzehn-bändigen Pflanzenkunde versuchte er als erster eine moderne Systematisierung: Er teilte die Pflanzen entsprechend ihren Blüten und Früchten ein und bemühte sich um die Festlegung natürlicher Familien. Cesalpino war außerdem Bahnbrecher in der Erforschung des Blutkreislaufs und wandte als erster dafür die Bezeichnung Zirkulation an. Allerdings konnte er nur die Rolle des kleinen Blutkreislaufs klären, wenngleich auch etwas früher als Serveto und Realdo Co-

Von der Meer schiltkrott.

Testudo Marina. Ein Meer schiltkrott.

Wo dise thier zu finden sampt irer gestalt.



Die Schiltkroten so auß dem Meer gefangen werdend sind den irdischen ganz ähnlich vnd gleich gestaltet / allein das sy an etlichen orten zu solcher größe kommand / als bey den Inslen Tabrobanx / vnd in dem Indischen Meer / das ein schalen ein ganzes haup bedeckt / vnd die eynwooner die selbigen brauchend an statt der schiffen. Man facht sy sunst gar nach an allen orten des Meers : habend ein harte vnd zerbrüchliche ganze schalen oder deckel vnden vnd oben / in solcher gestalt als die figur vnd gestalt so hie bey gesetzt angezeigt.

lombo. Auf dem Gebiet der Systematisierung der Pflanzen wurde die Arbeit Cesalpinos von zwei namhaften Angehörigen der Schweizer Botanikerfamilie Bauhin fortgesetzt: Johannes Bauhin erarbeitete die Grundlagen für die künstliche, Caspar Bauhin die für die natürliche Systematisierung von sechstausend Pflanzen nach Arten und Gattungen. Doch diese bedeutende Arbeit gehört bereits in das folgende Jahrhundert.

Der immer mehr an Bedeutung gewinnende Bergbau brachte in der Person von Georg Agricola den Begründer der wissenschaftlichen Mineralogie, der Metallurgie und Geologie hervor. Agricola wirkte außerdem als Arzt und Philosoph. Er war eine bedeutende Gestalt des deutschen Humanismus. Unter vielem anderem befaßte sich Agricola als erster mit Versteinerungen. Von ihm stammt die auch heute noch übliche Bezeichnung *Fossil*, obwohl er diesen Ausdruck in einem viel weiteren Sinne gebrauchte: Er verstand darunter alles „Ausgegrabene“. Über Versteinerungen und vorzeitliche Knochenfunde — denen später bei der Enträtselung der Vorgeschichte eine solch große Rolle zukam — herrschte seit Aristoteles die Meinung vor, daß es sich um ein Spiel der Natur handle, und das, obwohl be-



Georg Agricola, 1494—1555

reits im Altertum Xenophanes und im Quattrocento Leonardo da Vinci darauf hingewiesen hatten, daß dies Naturerscheinungen seien. Jetzt – beziehungsweise Mitte des 16. Jahrhunderts – wurde die aristotelische Meinung zuerst vom Veroneser Arzt Fracastoro angezweifelt, später erklärte der Autodidakt Bernard Palissy, daß es sich bei den fossilen Funden um kein Spiel der Natur handle, sondern um die versteinerten Überreste vorgeschichtlicher Tiere. Palissy zählte zu den passioniertesten Experimentatoren und Forschern. Unter seinen Zeitgenossen ist er der einzige, der nicht Arzt war und trotzdem Naturforscher wurde. Ursprünglich war er Töpfer, Keramiker, Glaser, Erfinder neuartiger Emailleglasuren, dann Physiker, Chemiker, Geologe und dabei ein hervorragender Stilist, auf den die französische Literaturgeschichte stolz ist. Viele Kunstmuseen bewahren mit besonderer Sorgfalt vor allem seine keramischen Schöpfungen, die mit lebensnahen Pflanzen- und Tierdarstellungen geschmückt sind. Das Leben des Humanisten Palissy war schicksalsbewegt, er starb im Alter von achtzig Jahren wegen seiner freigeistigen Ideen im Gefängnis. Durch seine hervorragende Beobachtungsgabe wurde er zum Bahnbrecher der Paläontologie.

Die bedeutendste naturwissenschaftliche Entdeckung jener Zeit betrifft allerdings weder die Lebewesen noch die leblose Welt der Erde, sondern sie liegt im astronomischen Bereich. Obwohl es sich um eine bedeutsame Entdeckung handelte, blieb sie jedoch für die damalige Zeit völlig wirkungslos. Es handelte sich um Kopernikus' Buch, um das im Jahre 1543 erschienene *De revolutionibus orbium coelestium*, das angesichts fachgerechter astronomischer Untersuchungen und auf der Grundlage mathematischer Berechnungen die Erde als Mittelpunkt des Weltalls in Frage stellte und behauptete, daß die Erde mit den anderen Planeten die Sonne im Weltall umkreise. Das bedeutete, daß Kopernikus an die Stelle der eineinhalb Jahrtausende herrschenden geozentrischen (auf die Erde als Mittelpunkt bezogenen) Erklärung die heliozentrische (auf die Sonne als Mittelpunkt bezogene) Auffassung stellte.

Kopernikus wußte genau, mit welcher Gefahr die Verkündung eines derartigen neuen Gedankens verbunden war. Trotz ihres heidnischen Ursprungs entsprach die Epizykelhypothese des Ptolemäus der kirchlichen Ideologie in jeder Weise, denn sie stellte die Erde gemeinsam mit den Menschen in den Mittelpunkt des Universums als das Ziel der Schöpfung und den Sinn des Daseins. Dessenungeachtet wurde die irreführende Anschauung der epizyklischen Vorstellung

Nikolaus Kopernikus, 1473–1543
(unbekannter Meister)



durch die Entwicklung der Schifffahrt immer offensichtlicher: Alle bisherigen Berechnungen erwiesen sich als falsch, da ihr Ausgangspunkt falsch war. Kopernikus kam bereits Anfang des 16. Jahrhunderts zu der Erkenntnis, daß er genauere Ergebnisse erhält, wenn er die Sonne als Mittelpunkt betrachtet. Er veröffentlichte eine kleine Notiz (*Commentariolus*), in der folgende Hauptthesen enthalten waren:

Der Mittelpunkt der Erde ist nicht der Mittelpunkt des Universums, sondern nur der der Schwerkraft der Erde und der Bewegung des Mondes. Jedwelter andere Kreislauf erfolgt um die Sonne.

Die letzten drei Jahrzehnte seines Lebens widmete Kopernikus der mathematischen Beweisführung seiner These, soweit es die turbulente Zeit dieser Epoche überhaupt zuließ. Kopernikus war eine vielseitige und romantische Renaissancegestalt. Das allgemeine Bewußtsein hat sein Andenken so bewahrt, als hätte er in seiner Eigenschaft als Kanonikus zurückgezogen, nur für seine astronomischen Berechnungen in Frombork (Frauenburg) gelebt, obwohl davon keine Rede sein kann. Er war Arzt und Doktor der Rechte, Theologe und Nationalökonom, ein auf italienischen Universitäten ausgebildeter

uomo universale, selbstverständlich ein vorzüglicher Mathematiker, außerdem konnte er gut malen, übersetzte die philosophische Arbeit eines griechischen Historikers ins Lateinische, schrieb eine umfangreiche volkswirtschaftliche Arbeit über das Geld, und selbst als Kanonikus widmete er sich nicht nur der Beschaulichkeit: Er verteidigte mutvoll das ihm anvertraute Gebiet gegenüber den Angriffen des deutschen Ritterordens, reorganisierte den verwüsteten Landesteil, in dessen weiterem Schicksal er auch eine maßgebende öffentliche Rolle spielte. Daß er trotzdem die Astronomie nicht vergaß, ist natürlich, doch so sehr ihn auch seine Berechnungen von der Richtigkeit seiner heliozentrischen Hypothese überzeugten, wagte er seine kühne Theorie nicht zu veröffentlichen. Dies tat er erst im Alter von siebenzig Jahren, als ihn die Hand der Kirche nicht mehr belangen konnte: Auf seinem Sterbebett konnte er noch mit zitternder Hand ein Exemplar seiner von Osiander mit einem doppelzüngigen Vorwort versehenen ersten Buchausgabe ergreifen.

Der Erfolg des Buches war äußerst gering. Die These war kühn, die mathematische Beweisführung kompliziert und selbst für Fachleute nicht eindeutig überzeugend. Die aufflammende Reformation widersetzte sich ihm noch energischer als der päpstliche Machtbereich: Luther sah durch das heliozentrische System die Glaubwürdigkeit der Bibel bedroht, er bezeichnete Kopernikus als Narren, Melanchthon griff ihn gleichfalls an, doch nicht besonders nachdrücklich, und betrachtete ihn gewissermaßen als Kuriosum. Und die Astronomen? Sie beachteten ihn kaum. In jener Zeit erschienen durchschnittlich in jedem Jahr zwei astronomische Bücher, in fünfzig Jahren also ungefähr hundert Facharbeiten, doch *De revolutionibus* wurde in keiner einzigen erwähnt. Sie brauchte nicht mal verboten zu werden, sie versank auch so geräuschlos in Vergessenheit.

Am Ende des Jahrhunderts erinnerte man sich allerdings vereinzelt noch an dieses Werk; so auch der berühmte Marsforscher Tycho Brahe. Er glaubte zwar auch daran, daß die Planeten um die Sonne kreisen, doch ausgenommen die Erde, die seines Erachtens selbstverständlich weiterhin Mittelpunkt der Welt sein müsse. Auch Giordano Bruno, der Philosoph, schloß sich der Ansicht Kopernikus' an, was ihm schließlich den Tod auf dem Scheiterhaufen einbrachte. Zur wirklichen Anerkennung mußte das Genie Keplers und Galileis im folgenden Jahrhundert beitragen. Nicht zuletzt aber auch Galileis wage- mutige Auseinandersetzung mit der Kirche und die Gefahr, daß diese Kopernikus' Buch auf den Index setzen könne. Wenn auch das Buch

Tycho Brahe, 1546–1601
(Stich von Jacob de Gheyn, 1586)

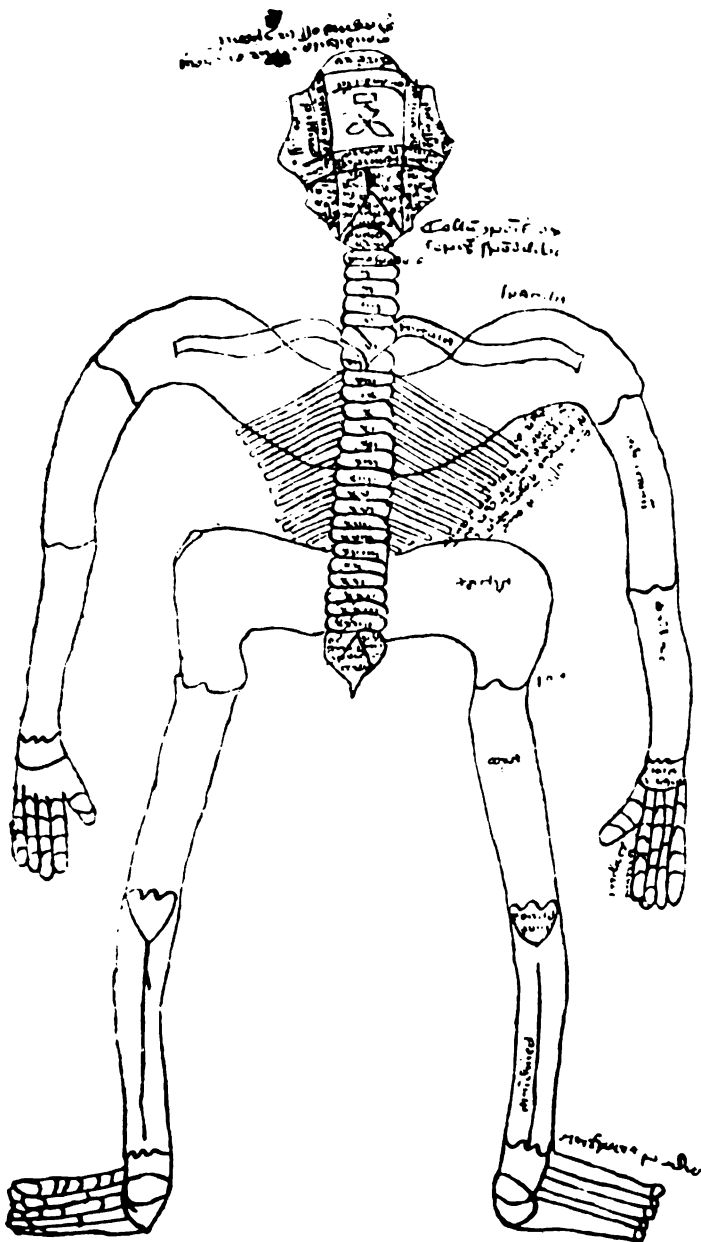


im Jahre 1616 in die Liste der verbotenen Bücher aufgenommen wurde und bis 1835 vergessen blieb, wußten die Priester bereits seit langem, daß sich die Erde doch bewegt.

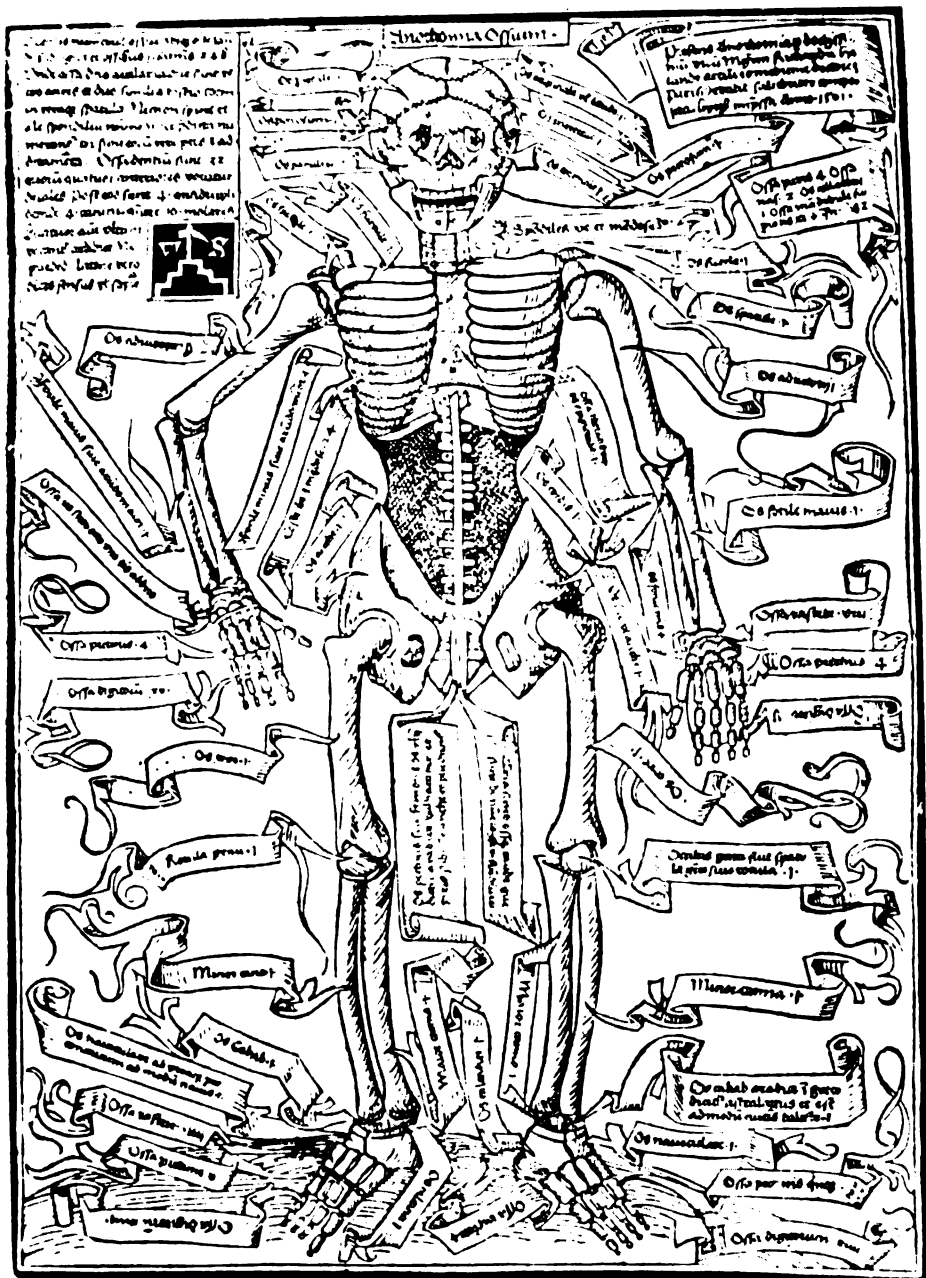
Die Obduktion wird Grundwissenschaft der Medizin

Wie aus den bisherigen Ausführungen hervorgeht, waren die Naturforscher dieser Epoche fast ausnahmslos medizinisch ausgebildet, in den meisten Fällen handelte es sich sogar um praktizierende Ärzte. Nirgendwoanders als an der medizinischen Fakultät hätten sie etwas über die Natur lernen können, trotzdem konnte von einer Spezialisierung noch keine Rede sein: Dort wurde von der Philosophie bis zur Botanik, von der Astronomie bis zur Anatomie alles gelehrt. Wie entwickelte sich nun im 16. Jahrhundert das engbegrenzte Gebiet der Medizinwissenschaften?

Die bedeutendste Errungenschaft trat im Bereich der „neuen“ Anatomie ein, die ihre altertümlichen Fesseln abschüttelte. Bereits in den



Die Anatomie vor Vesalius. Darstellung des menschlichen Knochengerüsts aus dem 14. (links) und 15. (rechts) Jahrhundert

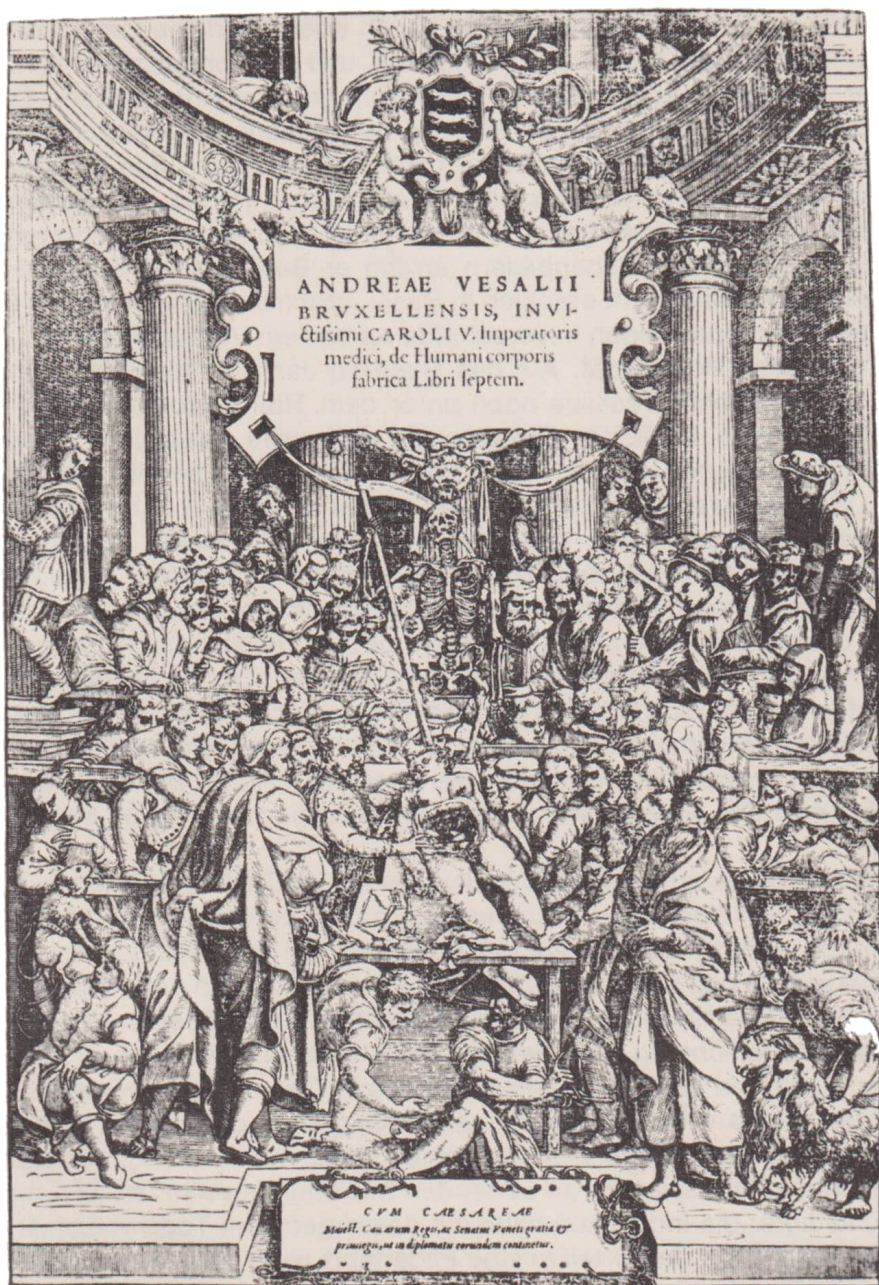


ersten Jahrzehnten des Jahrhunderts nahmen die Obduktionen in Europa überall zu und ergänzten mit immer neuen Erkenntnissen die alttümlichen Aufzeichnungen. So zum Beispiel beschrieb der zunächst in Bologna, später in Padua wirkende Alessandro Achillini das Herzklappensystem, die Hirnkammern, den vierten Gehirnnerv, die Gallengangöffnung, den Verschuß zwischen Dünn- und Dickdarm und vieles andere. Berengario da Carpi wirkte gleichfalls in Bologna, ein erfahrener Chirurg, der bei Schädelverletzungen Trepanationen durchführte und gegen die schnell um sich greifende Syphilis die Quecksilberbehandlung empfahl; als Anatom beschrieb er erstmals den Wurmfortsatz, die Brustdrüse, und zuletzt wagte er sogar zu behaupten, daß an der Zwischenwand des Herzens keine Poren liegen, die ein jeder in Anlehnung an Galenus zu sehen glaubte. In Paris wirkte Jacobus Sylvius als angesehener Anatom, dem es vor allem gelang, die Verbindung der Adern und Muskeln durch eine sinnvolle Methode zu veranschaulichen: Durch das Einspritzen einer Farblösung in das Adersystem konnte er die Verzweigungen der kleinen Adern verfolgen. Er beschrieb auch den Wurmfortsatz; im Gehirn wird heute noch ein Spalt nach ihm benannt (Sylvische Furche). Sylvius war ein überaus gebildeter Gelehrter, er lehrte auch Arzneikunde und Botanik, doch als uneingeschränkter Anhänger von Galenus trat er den neuen Lehren Vesalius' heftig entgegen. Seine Studenten grollten ihm nicht deshalb, sondern seines maßlosen Geizes wegen. Zu seinem Begräbnis hefteten sie folgenden Spottvers an seinen Katafalk:

Hier ruht Sylvius; er tat nie etwas umsonst.
Er starb, und jetzt grämt es ihn, daß du dies gratis liest.

Eine entscheidende Wende bedeutete das Buch von Vesalius. *De humani corporis fabrica* erschien im Jahre 1543 in sieben Bänden, im selben Jahr wie Kopernikus' *De revolutionibus*. In übertragenem Sinn bedeutet diese Jahreszahl die Geburt des neuzeitlichen naturwissenschaftlichen Denkens.

Andreas Vesalius stammte aus Brüssel. Er begann seine medizinischen Studien in Paris bei Dubois-Sylvius. Paris vertrat bekanntlich zu dieser Zeit noch rückständigere Anschauungen als die italienischen Universitäten. Die Obduktion menschlicher Leichen wurde noch äußerst selten durchgeführt, und diese nicht einmal von den Ärzten selbst, die nur zusahen und die Kommentare antiker Verfasser



BASILEAE, PER IOANNEM OPORINUM.

Titelblatt der 2. Ausgabe des *De humani corporis fabrica* von Vesalius (Basel 1556)

verlasen. Vesalius gelangte mitunter durch abenteuerliche Umstände zu Leichen. Bei der Obduktion fiel ihm auf, daß die Kommentare nicht immer mit den beobachteten Feststellungen übereinstimmten. Er setzte seine Studien in Italien fort, wo es günstigere Möglichkeiten für die Obduktion gab. Unmittelbar nach der Erlangung des Doktorgrades wurde er Professor an der Universität in Padua. Mit seinen Vorlesungen und seinen im Laufe des Jahres 1538 herausgegebenen sechs anatomischen Schaubildern errang er Berühmtheit. Sein siebenbändiges Hauptwerk erschien in Basel, und trotz heftiger Angriffe — oder gerade deswegen — verschaffte es seinem Verfasser eine außerordentliche Popularität. Als das Buch im Jahre 1543 erschienen war, veröffentlichte Vesalius noch unter dem Titel *Epitome* eine gekürzte Ausgabe. Im Jahre 1555 erschien die zweite Ausgabe in einer noch prachtvolleren Ausstattung. Vesalius war damals bereits Hofarzt der „Weltbeherrscher“: Karls V. und später Philipps II. Abgesehen von den vorgenommenen Verbesserungen an der zweiten Ausgabe, hat er in der folgenden Zeit nichts Neues mehr geschaffen. Obwohl der Kaiser seinen Leibarzt hochschätzte, gaben ihm die heftigen Angriffe der französischen Berufskollegen gegen Vesalius doch zu denken: Wenn er vielleicht einen Ketzer unterstützte? Der Kaiser wandte sich deshalb um ein Gutachten an die Theologische Fakultät der Universität von Salamanca; zu Vesalius' Glück waren die spanischen Theologen fortschrittlicher als die französischen Ärzte. Die Korrektur der Irrtümer des Galenus wurde nicht als ketzerische Tätigkeit ausgelegt.

Die Umstände um den Tod Vesalius' liegen im Dunkel. Tatsache ist, daß er als Fünfzigjähriger nach Jerusalem pilgerte und von dort nicht mehr zurückkehrte. Er soll auf der Rückreise bei der griechischen Insel Zakynthos das Opfer eines Schiffbruches geworden sein. Was ihn zu dieser Reise bewegte, darüber sind mehrere Legenden in Umlauf. Am abenteuerlichsten darunter ist jene Auslegung, wonach er den kaum erkalteten Leichnam einer Hofdame in Gegenwart der Vornehmen des Hofes — und seiner intriganten Gegner — obduzierte, wobei das herausgeschnittene Herz in seiner Hand noch schlug, so daß man ihn des Obduzierens an Lebenden beziehungsweise der Tötung beschuldigte; die Inquisition habe ihn deswegen zum Tode verurteilt, der König jedoch das Urteil in eine Pilgerfahrt nach Jerusalem umgewandelt. Einer anderen Version zufolge war der des höfischen Lebens überdrüssig gewordene Gelehrte unterwegs, um nach Padua zurückzukehren.

Menschliches Knochengestüt aus der Anatomie von Vesalius



Die jahrhundertelange Bedeutung der *Fabrica* liegt nicht so sehr in den neuen Beobachtungen und den bisher nicht bekannten Beschreibungen bestimmter Organe oder Gebilde, denn Ähnliches ist in den Werken von Zeitgenossen in einer ebensolchen Breite zu finden, sondern darin: Sie vertritt eine moderne Anschauung, die mit dem Dogmatismus bricht, eine Korrektur und eine selbständige, unabhängige Forschung ermöglicht, außerdem wird die Anatomie so behandelt, wie es die materiellen Grundlagen eines lebenden, in Funktion befindlichen Organismus erfordern. Vesalius griff Galenus nicht an, obgleich es in dieser Zeit bereits zum guten Ton gehörte, die antiken Verfasser ungehemmt zu beschimpfen. Er schätzte all das, was in den Werken der antiken und mittelalterlichen Verfasser von bleibendem Wert ist, doch er war nicht bereit, nur um der Autorität willen bei offensichtlichen Irrtümern zu verharren.

Die wichtigsten Darstellungen zu Vesalius' Veröffentlichungen fertigte ein ausgezeichneter Maler und Grafiker, Jan Stephan van Calcar, an. Diese Illustrationen sind sowohl vom künstlerischen als auch vom wissenschaftlichen Standpunkt hervorragend. Entsprechend den ästhetischen Anforderungen der damaligen Zeit mußte der Leich-

nam sozusagen „lebendig“ dargestellt werden: Das Skelett stützt sich möglichst mit dem Ellbogen auf einen Pfeiler oder einen Grabstein; der seiner Haut entledigte Muskelmensch befindet sich gleichfalls in Bewegung, und der ausgenommene Leichnam hält sich müde an einer Steinmauer und so weiter. Hinter den stehenden Leichnamen ist eine Landschaft zu sehen, in zarter Grafik skizzierte Hügelhänge mit Bäumen und Sträuchern und in der Ferne Bauten von Dörfern und Städten. Obwohl diese zeitgemäßen Darstellungen im Vergleich zu unserem Geschmack eigenartig wirken, sind diese Bilder für uns doch zweifellos interessant. Dessenungeachtet sind Calcars Bilder – und auch die übrigen Darstellungen im Buch Vesalius' – außerordentlich plastisch, deutlich, fachlich einwandfrei und didaktisch unübertrefflich. Außerdem ist die *Fabrica* auch in bibliographischer Hinsicht eine Spitzenleistung des Jahrhunderts. Das Verlegen von Büchern war damals kaum hundert Jahre alt, die Buchdruckkunst erreichte jedoch mit der Herausgabe des Buches von Vesalius eine später kaum übertroffene hohe Stufe: Ausgezeichnetes Papier, sauberer Druck und eine übersichtliche Typographie, gut ausgewählte verschiedenartige Drucktypen, schöne Initialen, ein breiter Rand, gut platzierte Randbemerkungen, ausdrucksvolle Abbildungen, eine allen



Andreas Vesalius
beim Sezieren
(Stich von Jan Calcar, 1542)

ästhetischen Anforderungen genügende Gesamtwirkung durch einen freigeistigen und in wissenschaftlicher Hinsicht zuverlässigen Text.

Vesalius' Werk war zwar eine Spitzenleistung, doch kein einmaliges Phänomen. Im Gegenteil, in dieser Zeit erschienen immer ansprechendere Anatomiebücher.

Das Buch Vesalius' wurde oft plagiiert, falls man überhaupt von einem Plagiat sprechen kann, wenn die Gedanken und Abbildungen eines so erfolgreichen Buches — eventuell mit kleinen Änderungen — übernommen werden und dabei die Anführung des Autorennamens weggelassen wird. Dies machte sogar ein so hervorragender Arzt wie der aus Holland stammende Volcher Coiter, der zuerst in Nürnberg und später in Bologna als Pionier der Obduktion, Anatomie und Embryologie wirkte; er verglich als erster das Knochengerüst des Menschen mit dem des Affen und trat als erster für die Autopsie im Falle eines ungeklärten Todes ein. Vesalius galt vor allem Felix Plater, dem beflissensten Anatomen seiner Zeit, als Vorbild, der in der Schweiz die Obduktion und die Demonstration des Krankheitsbildes einführte, in Basel einen Anatomiesaal erbauen ließ (dies wurde von jetzt an der übliche Lehrsaal für den Anatomieunterricht: Die Studenten sahen sozusagen von oben in den Bauch des seziierten Leichnams) und auch eine Bewegung gegen das Einsperren von Geisteskranken in Anstalten entfachte.

Vesalius' Schüler und Nachfolger an der Universität zu Padua war Gabriele Falloppio. Er bereicherte die anatomischen Kenntnisse um viele kleinere Details, ebenso auch Realdo Colombo. Für etwas bedeutender als die beiden Anatomen — gewissermaßen ebenbürtig mit Vesalius — wird Bartolomeo Eustacchi, der italienische Professor aus Rom, gehalten, der vorher in Paris Vesalius' Studiengefährte und später sein Rivale und Gegner wurde. Er korrigierte mehrere Irrtümer Vesalius' und bereitete sich für eine großangelegte Gegenanatomie vor, doch es kam nur zur Fertigstellung der anatomischen Tafeln, und selbst diese konnte er zu seinen Lebzeiten nicht veröffentlichen. Die verlorengegangenen und eineinhalb Jahrhunderte später aufgefundenen Tafeln konnten tatsächlich mit den Darstellungen Vesalius' wetteifern, weniger in ihren Schnörkeleien als in ihrer größeren Genauigkeit. Schließlich darf der hervorragendste Arzt der zweiten Hälfte des Jahrhunderts, der Stolz aus der Glanzzeit der Universität in Padua, nicht unerwähnt bleiben: Professor Fabricius ab Aquapendente, der auf eigene Kosten das anatomische Teatrum der Paduaer Universität im Jahre 1594 erbauen ließ, das auch heute noch besteht. Er war

Anatom, Embryologe und Chirurg und wird als Begründer der modernen Entwicklungslehre betrachtet.

Die Aufzählung ist bei weitem nicht vollständig. Es sollte hier lediglich veranschaulicht werden, daß mit Vesalius und seinen Zeitgenossen die Anatomie sozusagen von einem Tag zum anderen zur modernen Wissenschaft wurde, ja man könnte sogar sagen: zur erschlossenen Wissenschaft. Es folgten zwar noch ausgezeichnete Anatomen, und es wurde noch vieles entdeckt, doch die makroskopische Anatomie war bereits im 16. Jahrhundert in ihren wesentlichen Grundzügen abgeschlossen.

Die Medizin an der Grenze von Wissenschaft und Mystik

Das gleiche kann für keinen anderen Zweig der Medizinwissenschaft gesagt werden, weder auf die theoretische Forschung bezogen noch auf die praktische Heilung: Von Anfang an wurde das Schwergewicht auf die Anatomie gelegt, kaum auf die Physiologie, und die praktischen Heilmethoden waren beklagenswert. Es erschienen zahlreiche Bücher für Wundärzte und Chirurgen, es wurde viel über ansteckende Seuchen und Blutkrankheiten geschrieben, die operativen Eingriffe erfolgten jedoch unter Anwendung grauenhafter und ergebnisloser Methoden. Am Krankenbett fiel der gelehrteste Doktor ins Mittelalter zurück und am Schreibtisch sogar in das Altertum: Dort galten noch die von Hippokrates und Galenus geschriebenen Kommentare.

Wenn wir trotzdem nach einem erwähnenswerten unter den praktizierenden Ärzten dieses Zeitalters Ausschau halten, müssen wir in erster Linie an einen Feldarzt erinnern, der nicht einmal über eine ärztliche Ausbildung verfügte, für die Kranken jedoch mehr getan hat als irgendeiner seiner Zeitgenossen. Das war Ambroise Paré, ein französischer Kriegsfeldscher, der in der Schlacht zu Piemont durch Zufall zu einer Erkenntnis kam, die seine künftige Laufbahn bestimmte. Schußwunden galten in der damaligen Zeit als vergiftet, sie wurden deshalb mit siedendem Öl behandelt. In der Schlacht von Piemont gab es viele Verwundete, aber wenig Öl. In dieser mißlichen Lage bereitete Paré aus Eigelb, Rosenöl und Terpentin eine lindernde Salbe, trug diese auf die Wunden und wartete auf den Tod der „Vergifteten“. Statt dessen mußte er jedoch folgendes feststellen: Wäh-



Kriegschirurg im 15. und 16. Jahrhundert: Entfernung eines Pfeilbolzens (aus einem Wundarztbuch des 16. Jahrhunderts)

rend die mit siedendem Öl Behandelten sich in Fieber und Qualen herumwälzten, war der Zustand der mit der Salbe behandelten Soldaten bedeutend günstiger. Es starben viel weniger, die Schmerzen waren nicht so groß, und die Wunden heilten schneller und besser.

Nach Paris zurückgekehrt, war Paré bei Professor Sylvius als Seziermeister tätig, der ihm anatomische Kenntnisse beibrachte und ihn veranlaßte, daß er seine Erfahrungen auf dem Gebiet der Wundbehandlung veröffentlichte. Da Paré der lateinischen Sprache nicht mächtig war, erschien sein Buch im Jahre 1545 in französischer Sprache. Kurz danach schrieb er ein aufschlußreiches Buch über den Nutzen der Obduktion für die Chirurgie, worauf er sich erneut zum Kriegsschauplatz begab und abermals eine bedeutsame Neuerung einführte: Beim Amputieren stillte er die Blutung nicht durch Ausbrennen, sondern mittels Abbinden und Vernähen. Danach wurde er leitender Chirurg des berühmten Pariser Heiligen Kosma-Kollegiums (entgegen dem Protest der medizinischen Fakultät, da er bei der Ernennung die Antrittsrede nicht in lateinischer Sprache halten konnte), dann später Arzt des Königs. Danach erschienen nacheinander seine hervorragenden Bücher über die Handhabung von Knochenbrüchen,



Ambroise Paré, 1510—1590

Trepanationen, Amputationen, die Anfertigung von künstlichen Gliedern (bei denen er außerordentliche Erfindungsgabe bewies) und sogar über die Geburt: Er trat konsequent dafür ein, daß man Ärzte — beziehungsweise überhaupt Männer — zu gebärenden Frauen ließ. Außerdem bereicherte er die Chirurgie mit unzähligen praktischen Beobachtungen und vielen nützlichen Ideen und befreite sie mit seinen nüchternen und mutigen Ansichten aus den starren Fesseln der Scholastik. Er schrieb auch ein Buch über die Sinnlosigkeit des Gebrauchs verschiedener Wundermittel („Einhorn“, „Zauberstein“, Mumienspulver und dergleichen); bemerkenswert ist, daß er eben wegen dieses Buches den meisten Angriffen ausgesetzt war. Die Ärzte konnten es ihm nie verzeihen, daß er ohne den Besuch einer Universität Berühmtheit und Ruhm erlangte, seine Patienten liebten ihn aber um so mehr; die Nachwelt sieht in ihm den Begründer der neuzeitlichen Chirurgie. Paré war eine bescheidene und freundliche Persönlichkeit. Er ließ sich mit seinen Gegnern in keine Auseinandersetzungen ein, verachtete die Chirurgen in Anbetracht ihrer brutalen Eingriffe und ihrer Jagd nach dem Geld, so wie es auch aus der eingemeißelten Inschrift seines Grabsteines hervorgeht:

Wer wegen des Reichtums und nicht des Wissens
Chirurg wird, dessen Ruhm ist nichts wert.

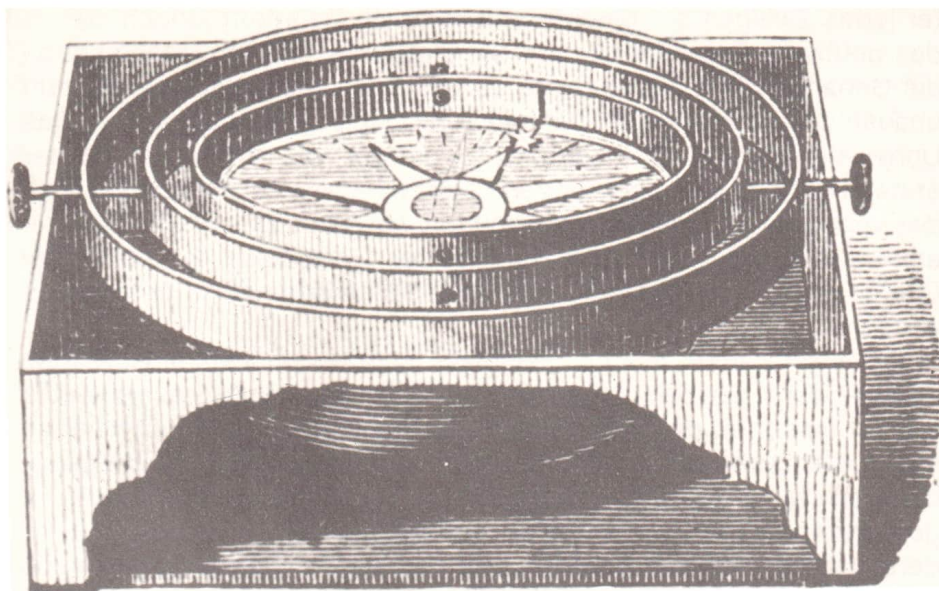
Das abenteuerliche Schicksal des Theophrastus von Hohenheim, mit seinem bekannteren Namen Paracelsus, ist allgemein bekannt. Er durchwanderte ganz Europa und war immer unterwegs. Paracelsus hatte sein medizinisches Wissen nicht an der Universität, sondern im Leben erlernt, er war frei jedes scholastischen Vorurteils, ja sogar ein leidenschaftlicher Gegner der Scholastik. Das war sein größtes Verdienst, gleichzeitig aber auch sein Verhängnis, denn er wollte an die Stelle der scholastischen Autorität seine eigene stellen. Darin, daß er wie Paré auch keine medizinische Fakultät besucht hatte und auch kein Latein beherrschte, waren sie sich gleich, in jeder anderen Hinsicht war er sein diametrales Gegenstück: eingebildet, rechthaberisch, von unverträglicher Natur und mystischer Veranlagung. Andererseits befaßte er sich mit jedem Zweig der Medizin und schrieb in seinem kurzen und ruhelosen Leben zahlreiche Bücher und Studien, und zwar nicht nur über medizinische, sondern auch über philosophische und theologische Probleme, ganz im mystischen Geist des Mittelalters. Im theoretischen Teil seiner medizinischen Arbeiten ver-

folgte er gleichfalls mystische Ansichten, in praktischer Hinsicht gab er jedoch viele nützliche Hinweise. Den Menschen betrachtete er als organischen Teil des Kosmos, deshalb brachte er die Krankheiten in engen Zusammenhang mit dem Stand der Sterne. Die einzelnen Organe ständen unmittelbar unter dem Einfluß eines bestimmten Planeten, die Gesundheit sei die „planetarische Ausgeglichenheit“ des Organismus, die durch den Lebensgeist aufrechterhalten werde. Die Krankheit sei demnach auf das Durcheinandergeraten dieser Ausgeglichenheit zurückzuführen, die Heilung müsse deshalb darauf ausgerichtet sein, die planetarische Ausgeglichenheit wiederherzustellen.

Als Grundlagen der Heilkunde betrachtete Paracelsus die Astrologie und die Alchemie, insofern war er also ein Vertreter des Mittelalters. Immerhin entstand nach und nach aus seiner alchemistischen Anschauung die moderne Ansicht, die später als Iatrochemie – medizinische Chemie – bezeichnet wurde. Paracelsus stellte die Suche nach dem Stein der Weisen nicht in den Dienst des Goldmachens, sondern er war hinter den Wundermitteln Arkanum und Panazee zur „planetarischen“ Heilung der Krankheiten her. Dabei erarbeitete er eine Anzahl mehr oder weniger nützlicher Methoden für die Verwendung einzelner Pflanzen, Metalle und Chemikalien als Heilmittel. Die



Paracelsus, 1493–1541



Kompaß von Cardanus

heilenden Kräfte der Natur schätzte Paracelsus hoch ein, des weiteren propagierte er die gesundheitsfördernde Wirkung der Heilquellen und des Heiltees, obwohl er die Heilpflanzen im Sinne der fatalen *Signaturenlehre* beurteilte, die den einzelnen Pflanzen die Heilung jener Krankheiten zuschreibt, mit denen sie auf Grund ihrer Form, Farbe oder ihres Namens in kosmischer Verbindung stehen.

Im Jahre 1527 wurde Paracelsus Stadtarzt von Basel. Auf Grund dieser Berufung war er berechtigt, an den Universitäten zu lehren. Es war jedoch kaum ein Jahr vergangen, da hatte er die Fakultät derart gegen sich aufgebracht, daß er die Stadt fluchtartig verlassen mußte. Er begab sich wieder auf Wanderschaft, geriet in immer kümmerlichere Verhältnisse und ergab sich in seiner Verzweiflung schließlich der Trunksucht. Der einstige *monarcha medicorum* (Fürst der Ärzte – diesen Titel gab er sich freilich selbst) starb im Alter von achtundvierzig Jahren, früh gealtert und fast vergessen.

Nach seinem Tode wurde seine Lehre im Jahre 1603 und 1616 erneut herausgegeben. Der damit begonnene Paracelsusmythos hält heute noch an. Aus dem unklaren und verworrenen Inhalt seiner Schriften kann jeder das entnehmen, was er für richtig hält, und so wurde aus ihm der „erste moderne Naturwissenschaftler“ und der Va-

ter jedes Zweiges der Medizinwissenschaft. Dies trifft jedoch nur für das deutsche Sprachgebiet zu; die Engländer und Franzosen haben die Gehaltlosigkeit seiner Lehre durchschaut. Paracelsus wurde zum unaustilgbaren Propheten der mystisch-magischen Anschauung. Das Unheilvolle besteht nicht darin, daß er so war, wie er war; denn in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts ließ sich seine Ansicht hinsichtlich des verworrenen Mystizismus noch gut vertreten. Das große Übel besteht darin, daß hinter dem Symbol des Paracelsus die seine Zeit überdauernden mittelalterlichen Ansichten Jahrhunderte beibehalten wurden.

Der Mystizismus seines gleichfalls abenteuerlichen italienischen Zeitgenossen Geronimo Cardano ist völlig anders zu beurteilen. Er war Professor an der Universität zu Bologna und befaßte sich neben seiner medizinischen Arbeit mit Philosophie, Mathematik und Physik, dabei sogar mit besonderem Erfolg: Die Lösungsformel für Gleichungen dritten Grades, die allseitige Aufhängung für Kompass und andere Instrumente auf Schiffen und das Kardangelenk tragen auch heute noch seinen Namen. Seine Findigkeit machte ihn weit und breit berühmt. Unter seinen zweihundertzweiundzwanzig hinterlassenen Traktaten beziehen sich viele auf medizinische Probleme, doch jede seiner wissenschaftlichen Feststellungen ist mit magischen und abergläubischen Elementen durchsetzt. Wieweit seine ärztliche Tätigkeit in der Praxis erfolgreich war, läßt sich nachträglich nicht feststellen. Vor der ärztlichen Behandlung soll er jedem seiner Patienten ein Horoskop gestellt haben, denn anfangs glaubte er mehr an die Zeichen der Sterne als an das fachliche Wissen. Später verwarf er die Astrologie und bezeichnete sie ebenso als Dummheit wie die Chiromantie, Alchemie und jedwede Magie, wandte sich später jedoch diesen Zweigen abermals zu. Obwohl inkonsequent und labil, war er doch voller origineller Einfälle, von vielseitigem wissenschaftlichem Interesse, experimentierendem Geist und einem mutigen kritischen Empfinden. Seine Autobiographie ist einer der interessantesten Lesestoffe dieses Zeitalters: Sie bietet nicht nur einen Einblick in die Geisteswelt des Gelehrten, sondern auch in den fieberhaften Lebensrhythmus des Cinquecento, in die schwierigen Umstände des mit Existenzunsicherheit ringenden Denkens der Renaissance. Cardanus selbst ging auch durch die Gefängnisse der Inquisition und lebte immer im Kreuzfeuer der Intrigen. In seinem unerschöpflichen Geist verschmolz der Mystizismus des Mittelalters mit dem Rationalismus der Neuzeit.



Pariser Krankenhaus im 16. Jahrhundert

An einen Arzt dieses Jahrhunderts müssen wir uns noch erinnern: Girolamo Fracastoro, den Epidemiologen, Physiker, Botaniker, Geologen, Astronomen und Dichter, der bereits als Neunzehnjähriger Professor der Logik zu Padua war und später praktischer Arzt in Verona wurde. Im Jahre 1546 gab er ein äußerst bedeutungsvolles Buch über epidemische Krankheiten heraus, in dem er in beeindruckender Voraussicht die Ansteckung beschrieb: Er ging davon aus, daß die Seuchen von spezifischen — das heißt die einzelnen Krankheiten von verschiedenen — Krankheitskeimen verursacht werden, die sich im Organismus der Kranken vermehren. Diese Keime übertragen sich unmittelbar von einem Menschen auf den anderen (direkte Ansteckung) oder aus der fernerer Umgebung durch die Luft oder auch durch Gegenstände (indirekte Ansteckung). Es mußten genau dreihundert Jahre vergehen, bis die inzwischen mit Mikroskopen ausgestatteten medizinischen Laboratorien in Verfolgung derselben Idee mit der Ätiologie der ansteckenden Krankheiten beginnen konnten. In den darauffolgenden dreißig Jahren wurden durch das Wirken von Pasteur die von Fracastoro aufgestellte Hypothese bestätigt, nachdem einander die spezifischen Erreger der ansteckenden Krankheiten ent-

deckt und durch exakte Verfahren die von Fracastoro vorausgeahnten Ursachen der direkten und indirekten Ansteckung festgestellt.

Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß Fracastoro sein Ansehen nicht so sehr diesem genialen Einfall zu verdanken hatte, sondern vielmehr seinen Veröffentlichungen über die Syphilis. Diese Blutkrankheit war damals in Europa erst seit einem halben Jahrhundert bekannt, doch sie forderte bereits so viele Opfer, daß sie mit den Pocken wetteifern konnte. Sie wurde als neue Krankheit, die kleinen Pocken, französische Krankheit oder neapolitanische Seuche bezeichnet, weil sich die französischen Soldaten anläßlich des neapolitanischen Kriegszuges bei den dortigen Spanierinnen ansteckten, die vermutlich durch Matrosen des Kolumbus infiziert worden waren — soweit diese weder erwiesene noch widerlegte Meinung überhaupt zutreffend ist, wonach diese Geschlechtskrankheit vom Schiff des Kolumbus aus der Neuen Welt herübergebracht worden sei. In seinem unter dem Titel *Syphilis seu Morbus Gallicus* herausgegebenen Lehrgedicht berichtet Fracastoro von einem Hirten namens Syphilus, den die Götter mit der Lustseuche bestrafen. Dieses Gedicht führte zur weltweiten Bezeichnung der Syphilis. Doch Fracastoro gab dieser Krankheit nicht nur den Namen, sondern beschrieb sie auch sehr exakt, ergänzt durch eine Darlegung der damals bekannten Heilmethoden. Ebenso genau beschrieb er später den Flecktyphus, die Pest und andere ansteckende Krankheiten, wobei er nicht versäumte herauszustellen, welche enge Zusammenhänge zwischen Seuchen, Kriegen, Hunger und Elend bestehen.

Wir könnten noch viele Ärzte und viele interessante Ideen und Versuche anführen, durch eine zu starke Heraushebung würde jedoch die Epoche in einem falschen Licht erscheinen: Es würde den Anschein erwecken, als hätte es in dieser Epoche überhaupt nur praktische Medizin gegeben, obwohl es sich lediglich um ein unsicheres Herumtasten einer auf verworrenen Ideen aufgebauten empirischen Heilkunde gehandelt hatte. Und selbst wenn im Kopf von Ambroise Paré oder Fracastoro der nüchterne Verstand vorherrschte, war nicht das für das Jahrhundert charakteristisch, sondern es waren die Hexenverbrennungen.

Im Kampf gegen den Gewissensterror

Es wäre ein voreiliges Urteil, diese Epoche allein nach den schwelenden Überresten des Mittelalters zu beurteilen. Sie war eine fanatische Epoche, doch niemals hat man so fanatisch gegen den Fanatismus gekämpft wie damals.

Obwohl die Wiege des Humanismus in den italienischen Fürstenhöfen stand, muß unter den Humanisten an erster Stelle Erasmus von Rotterdam erwähnt werden, weil er in seinem Wirken bedeutungsvoller als jeder andere war. Sein oberster Grundsatz ist die Versöhnung. Mit der menschlichen Würde — die seit der Verkündung durch seinen Zeitgenossen Pico della Mirandola die leitende Idee des Humanismus war — sei keinerlei Krieg vereinbar; und wenn man sich gegen die Fürsten zwar notgedrungen verteidigen müsse, sei der gegenseitige Vernichtungskrieg der auf demselben Glauben beruhenden Christenchaft in keiner Weise zu verstehen. Der Krieg vernichte all das, was im Menschen menschlich ist: Er vernichte den Glauben, zerstöre die Bildung und entfessele bestialische Leidenschaften. Die *Klage des Friedens* enthält die vielseitige Variation dieses Themas, sein *Lob der Torheit* hingegen prangert die menschliche Fehlbarkeit an. Diese beiden Bücher sind ein bleibendes Andenken für den Erasmusschen Humanismus, seine zahlreichen anderen Werke werden seit langem nicht mehr gelesen, ihre Wirkung war trotzdem gewaltig: Die *Humanitas Erasmiana* verband Jahrhunderte hindurch die denkenden Geister Europas, von England bis Polen, von den Niederlanden bis Ungarn. Daß sich ein Humanist über Schwierigkeiten hinwegzusetzen habe, zu keinerlei „Tumulten“ neigen dürfe, Individualist und unabhängiger Weltbürger sein müsse — dies hat Erasmus von Rotterdam Europa gelehrt.

Sein englischer Freund, Thomas Morus, schuf mit seiner *Utopia* eine Kunstgattung, die seither nicht aus der Mode gekommen ist. Mit seinem Blutopfer erbrachte er ein Beispiel, wie weit der Protest gegen die Gewalt gehen kann. Die *Utopia* ist das Traumbild einer nach freier Wahl entstandenen demokratischen gewaltlosen Staatsführung, die unter Aufhebung des Privatbesitzes sich in gemeinsamer Arbeit für das Wohl der gesamten Gemeinschaft einsetzt. Morus träumte von dieser Utopie als Lordkanzler Heinrichs VIII., des blutrünstigsten Despoten dieses Zeitalters.

In der Schweiz wurde der humanistische Kampf gegen den Gewissensterror Calvins von Sebastian Castellio geführt, der zur Verteidi-

gung des auf den Scheiterhaufen gebrachten Serveto das *De haereticis, an sint persequendi* schrieb und den fundamentalen humanistischen Grundsatz verkündete, daß die „Überzeugung frei ist“. Bedauerlicherweise war im Zeitalter der Reformation und Gegenreformation aber die Überzeugung eben nicht frei. Andersdenken bedeutete Ketzertum. Das ist der Grundsatz jeder Tyrannei, und Castellio zögerte nicht, Calvin vorzuwerfen, daß er jeden als Ketzer ansehe, der nicht seiner Meinung sei. Nur sein plötzlicher Tod bewahrte Castellio davor, Serveto auf den Scheiterhaufen zu folgen.

Der große französische Humanist, François Rabelais, kämpfte mit schärfer geschliffenen Klingen: mit den Waffen der Ironie. Das Zerrbild, das *Gargantua und Pantagruel* von der Wissenschaft, Moral, Justiz und Pädagogik vermittelt, besonders aber von den Übergriffen des Klerus, ist nicht nur unterhaltsam, sondern auch kämpferisch – wie jede politische Karikatur. Zurückhaltender, jedoch tiefgründiger ist der Humanismus Montaignes; er stellt wie Marcus Aurelius den Verfall und das Vergängliche in den Mittelpunkt seiner Philosophie: die Vorbereitung im Leben auf den Tod als Teil des ewigen Kreislaufs der Natur. Die Welt sei voller Geheimnisse, mit Gewißheit könnten wir gar nichts wissen, deshalb sollten wir unsere Meinung anderen nicht aufzwingen, ungebunden und duldsam leben und mutig sterben.

Ich habe nur die wichtigsten Humanisten dieser Epoche hervorgehoben. Es gab noch viele andere, doch wenige haben deren Bedeutung erreicht. Die meisten begnügten sich, entgegen der scholastischen Denkweise eine breitangelegtere Bildung und das Recht auf freieres Denken zu verkünden. Lorenzo Valla begann diesen Kampf bereits im vorangegangenen Jahrhundert, und jetzt griff der Spanier Luis Vives die metaphysische Spekulation an und verkündete an deren Stelle die Notwendigkeit der empirischen Forschung. Der Franzose Petrus Ramus versuchte an die Stelle der aristotelischen Logik die natürliche Logik zu stellen, der Deutsche Reuchlin hingegen brachte Lullus' Kabbalistik wieder in Mode. Der italienische Physiker Giambattista Porta gründete zur Pflege der geheimen Wissenschaften eine Akademie, Pietro Pomponazzi verkündete die unüberschreitbaren Naturgesetze, die Kausalität und deren Unumgänglichkeit, und er erdreistete sich sogar, die Unsterblichkeit in Zweifel zu ziehen . . . Und während die Scholastik die ewig gültige Beständigkeit eines großangelegten Denksystems zu bewahren suchte, trachteten die Humanisten auf ihre eigene persönliche Weise danach, zu beweisen, daß die menschlichen Wahrheiten keinen Ewigkeitswert besitzen.

Naturphilosophen und die Unendlichkeit der Welt

Die Denker dieses Jahrhunderts einzugliedern, in scharf abgegrenzte Gruppen einzuordnen, ist viel weniger möglich, als dies bei Gelehrten anderer Jahrhunderte der Fall sein mag. Die Vielseitigkeit reicht hier von der Dichtkunst bis zur Astronomie. Lediglich um die Originalität Giordano Brunos entsprechend hervorzuheben, behandle ich diesen kleinen Abschnitt über die Naturphilosophie getrennt. Er war mehr und anders als seine Zeitgenossen: philosophischer als die Naturforscher, gelehrter als die Humanisten, weitsichtiger — poetischer — als die Gelehrten.

Vorher muß allerdings noch an Bernardino Telesio erinnert werden, dessen Schule in Neapel und Rom besonders wirkungsvoll war (hauptsächlich weil man sich mit seinen Argumenten gut gegen die Scholastiker behaupten konnte), seine Ideen strahlten sogar noch bis ins 19. Jahrhundert aus. Telesio beeinflusste auch in der Neuzeit maßgeblich die Idee des *Sensualismus*, der im folgenden Jahrhundert bei Locke, später, im Zeitalter der französischen Aufklärung, bei Helvétius und Holbach und schließlich bei den Vulgärmaterialisten des vergangenen Jahrhunderts, bei Ludwig Büchner, Karl Vogt und Jakob Moleschott, wieder neu auftauchte. Das Wesentliche dieser Lehre ist, daß alle Erkenntnis nur Sinneswahrnehmung und Denken bloßes Verknüpfen von Sinnesdaten sei. Und zwar erfolge dies durch die Erfahrung, deren einziges Mittel die *Sinneswahrnehmung* sei. Was wir empfinden, sei demnach vorhanden, was wir nicht wahrnehmen, sei nicht vorhanden. Die Scholastiker verließen sich anstatt auf die Beweisführung durch die Sinneswahrnehmung auf die Einbildungskraft, „in dem Glauben, daß das, was bisher noch nicht bekannt ist, schon noch herausgefunden werden wird“. Das Erkennen der Natur müsse jedoch unabhängig vom Glauben und dem Autoritätsprinzip sein, die Sinneswahrnehmungen auf konkrete Ergebnisse beschränkt bleiben; denn nur das sei als wahr anzusehen, was durch die Wahrnehmung bestätigt werde.

Eine solch ansprechende These war bereits im ersten Augenblick, zum Zeitpunkt des Entstehens (1565), überholt; denn Kopernikus entdeckte beispielsweise gerade entgegen den Sinneswahrnehmungen das heliozentrische System: Obwohl wir es so sehen, daß die Sonne aufgeht und die Erde stillsteht, dreht sich in Wirklichkeit die Erde und so weiter. Es ist allgemein bekannt, daß im Laufe der Zeit die Einseitigkeit des Sensualismus zum Bremsklotz der Aufklärung

wurde. Immerhin kann der Wert der sensuell-empirischen Klügelei nicht geleugnet werden, wenn sie der Widerlegung einer rein auf Glaubenssätzen beruhenden „wissenschaftlichen“ These dient. Telesio selbst kam jedoch mit seinem Sensualismus auch nicht viel weiter: Seine auf einem ständigen gut wahrnehmbaren Kampf der trockenwarmen (Sonne) und feuchtkalten (Erde) Prinzipien aufgebaute Naturphilosophie brachte keine wissenschaftlichere Erklärung als die Scholastik. Im Gegenteil, mit der Wiedererweckung des neuplatonischen „Weltgeist“begriffes der *Accademia Telesiana* ist sie recht schnell in dem extremen Spiritualismus gelandet.

Aus dem Wirkungsbereich dieses Telesio, aus der Umgebung Neapels, stammte jener Naturphilosoph, der bereits in der damaligen Zeit unter Beweis stellte, daß die Wahrnehmung zur Deutung aller Geheimnisse des Universums nicht ausreicht. Sein Name war Giordano Bruno. Er bezeichnete sich als „*accademico di nulla accademia*“, als Lehrer einer geläuterten Schule, als den Erwecker der schlafenden Geister, den Einhaltgeber der großtuerischen und widerspenstigen Unwissenheit. Giordano Bruno wurde fünf Jahre nach dem Tode von Kopernikus geboren, bekannte sich zu dessen Lehre, doch er blickte weiter als jener: Er erkannte die Unendlichkeit der Welt, die überhaupt keinen Mittelpunkt hat, demnach sei auch die heliozentrische Ansicht nur die Wahrheit unseres engen und begrenzten Horizontes. „Das Universum ist unendlich . . . In ihm befinden sich unendlich viele Sterne, die genauso wenig befestigt sind wie die Erde, der Mond, die Sonne und die übrigen unzähligen Sterne . . . Sie kreisen in bestimmten Entfernungen umeinander, wie wir es an den sieben näher befindlichen Planeten beobachten können. Zu ihnen zählt auch die Erde, die sich aus der westlichen Himmelsrichtung in beiläufig vierundzwanzig Stunden nach dem Osten bewegt, und diese Bewegung verursacht den Anschein, als drehe sich das Weltall um die Erde. Doch dieser Schein trügt, ist unnatürlich und unmöglich. Die Erde dreht sich um ihren eigenen Mittelpunkt, wodurch sie Licht und Dunkelheit verändert, Tag und Nacht, Wärme und Kälte entstehen läßt; sie dreht sich aber auch um die Sonne, dabei wechseln Frühling, Sommer, Herbst und Winter.“

Bruno stützte sich mithin in seiner Meinungsbildung nicht auf seine Sinneswahrnehmungen, sondern auf das Zweifeln und das Denken — und das genügte bereits, um als Ketzer verdächtigt zu werden. In seinem kurzen und gehetzten Leben schuf er eine großangelegte pantheistisch-monistische Naturphilosophie, deren Ausgangspunkt die

Materie ist, als Quelle der einzigen Wirklichkeit. Die Materie schließe in sich das Leben ein, sie sei auf keine äußeren Beweger angewiesen, denn sie sei von selbst in ständiger Bewegung. Die Welt sei ein riesenhaftes Gebilde, das unendlich ist und nicht vergeht, sich nicht verkleinert und nicht vergrößert, beständig und unabänderlich ist, doch sich in ständiger Bewegung und Entwicklung befindet. Gott sei mit dem Dasein identisch: Er sei die Natur der Natur. Das Universum bestehe aus winzig kleinen Elementen, das Grundelement sei nichts Totes, sondern lebendige Materie: die gemeinsame Einheit von Materie und Geist. Zwischen dem Leblosen und dem Lebenden gäbe es keine deutlichen Grenzen wie bei jeder Entwicklung; Mensch, Tier, Pflanze und die anorganische Welt unterscheiden sich nur in gewissen Abstufungen voneinander; ein übergangsformiges Wesen zwischen Tier und Pflanze sei die Muschel. „Es ist durchaus möglich, daß sich niedrige Arten allmählich zu höhergeordneten entwickeln, von niedriggeordneten Stufen über mittlere Arten zu höhergeordneten gelangen.“ Die ständige Veränderung der Natur sei im Rahmen des menschlichen Daseins nicht wahrnehmbar; dennoch formen diese minimalen Änderungen die Oberfläche der Erde um und bringen eine entsprechende Entwicklung zustande.

Das sind wahrlich visionäre Ideen. Das 16. Jahrhundert verfügte noch nicht über die erforderlichen Mittel, um eine wissenschaftliche Beweisführung dieser Thesen zu ermöglichen — dafür besaß es aber jene Mittel, um Ketzer mundtot zu machen. Giordano Bruno war bis zum Alter von achtundzwanzig Jahren, als er zum Ketzer erklärt wurde, Mönch. Danach lehrte er fünfzehn Jahre hindurch an den europäischen Universitäten. Sein Ruf eilte ihm überall voraus, richtig Fuß fassen konnte er aber nirgends, was nicht verwunderlich ist, denn jede Universität befand sich in den Händen von Theologen, überall wurde Aristoteles gelehrt. Nachdem er Italien durchzogen hatte, ging er nach Genf, später nach Toulouse und Paris. Hier verspottete er in einer Theaterkomödie die scholastische Pedanterie — und mußte deshalb schleunigst nach London flüchten. Die meisten seiner Werke schrieb er hier, im gastfreundlichen Haus des französischen Gesandten, doch nach einer auf der Universität zu Oxford gehaltenen Vorlesung über Kopernikus wurde man auch hier ihm gegenüber mißtrauisch. Als er dann nach Paris übersiedelte und an der Sorbonne eine öffentliche Debatte über die Lehre Aristoteles führte, war sein Aufenthalt auch dort nicht mehr ratsam. Darauf verbrachte er in Wittenberg zwei verhältnismäßig ruhige Jahre, wiegelte später

die Prager Professoren auf. In Helmstedt empfing man ihn zunächst freundlich, aber auch hier währte sein Aufenthalt nicht lange; er wurde recht bald verbannt, darauf gelang es ihm im Jahre 1591 in Frankfurt, einen Verleger für einige in lateinischer Sprache geschriebene Bücher zu finden. Damals — des Herumirrens bereits müde und die Gefahr einer Verdächtigung als Ketzer unterschätzend — nahm er leichtsinnigerweise die Einladung eines venezianischen Adligen an und kehrte nach Italien zurück. Dort lehrte er einige Monate in Venedig und Padua, dann nahm ihn die Inquisition fest und lieferte ihn nach zwei Jahren an Rom aus, wo man ihn weitere sechs Jahre im Kerker zu überreden versuchte, seine Lehre öffentlich zu widerrufen. Nachdem er dazu nicht bereit war, wurde er am 17. Februar des Jahres 1600 auf dem Blumenmarkt von Rom auf dem Scheiterhaufen verbrannt.

Dieses Jahrhundert hatte mit dem Scheiterhaufen Savonarolas begonnen, und es endete mit dem Scheiterhaufen Giordano Brunos. Seine visionären Ideen konnten erst durch die wissenschaftliche Beweisführung der folgenden Jahrhunderte belegt werden.

Das Jahrhundert der Mechanik

Wenn auch das Aufflammen des Scheiterhaufens Giordano Brunos genau ins letzte Jahr des 16. Jahrhunderts fällt und damit einen Schlußakkord darstellt, ist das Jahr 1600 trotzdem nicht mit einer Grenzlinie zu vergleichen, die die beiden voneinander vollkommen abweichenden Jahrhunderte scharf trennt. Insgesamt betrachtet, unterscheidet sich der Geist des 17. Jahrhunderts natürlich grundlegend von dem des 16., nur daß sich dieser Unterschied nicht von heute auf morgen bemerkbar machte. Im 17. Jahrhundert war die Inquisition noch in vollem Gange, die Goldmacherei, die Astrologie und die Hexenprozesse standen jetzt in Hochblüte, die Alchemie erlebte ihre Glanzzeit. „Wissenschaftliche“ Erörterungen über Drachen, Zaubersteine und Dämonen erschienen gerade jetzt in einer wahren Flut – und wenn all das zusammengenommen eigentlich als Mittelalter bezeichnet werden muß, so müßte man reumütig eingestehen, daß noch im 18., ja sogar im 19. Jahrhundert das Mittelalter munter weiterlebte. Doch wenn wir den Weg des Wissens und nicht den der Unwissenheit verfolgen, müssen wir erkennen, daß das naturwissenschaftliche Denken des 17. Jahrhunderts tatsächlich ganz anders war als das der vorangegangenen Epochen. Der Unterschied kann vor allem an der Persönlichkeit Giordano Brunos abgewogen werden: Er war ein aufbauendes und schwärmerisches Genie, der vieles vorausahnte, doch nichts genau wußte – jetzt hingegen folgten Gelehrte, die alles in die Waagschale warfen, erwogen, ausprobierten, durch Versuche nachwiesen, systematisierten, mit Fernrohr oder Mikroskop aufdeckten, mathematisch bewiesen und ihre Zweifel in den Dienst der Forschung stellten, kurzum sie verliehen dem naturwissenschaftlichen Denken eine solide und feste Grundlage.

Die solide und feste Grundlage dieser Betriebsamkeit war das *mechanistische Weltbild*, an dessen Vervollständigung Legionen voneinander unabhängiger Wissenschaftler arbeiteten.

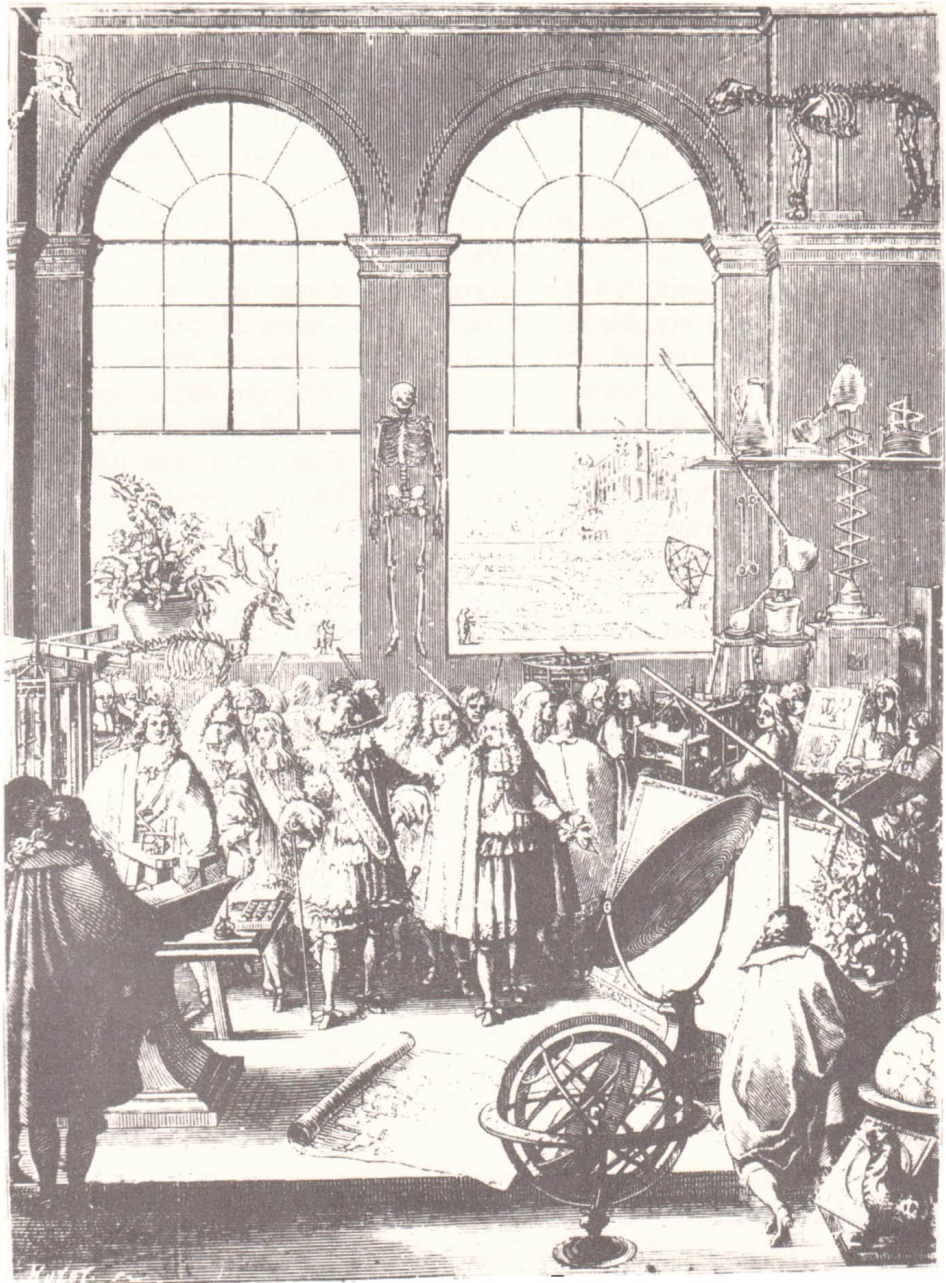
Die wirtschaftliche und politische Lage Europas hatte sich zur vorangegangenen Epoche völlig verändert: An die Stelle der unterge-

henden und zerfallenden Herrschaft der Kirche trat die sich schnell entfaltende Herrschaft des Kapitals. Dementsprechend veränderten sich die Machtpositionen: Die jahrhundertlang anhaltende Hegemonie Italiens schwand, die führende Position wurde von den Niederlanden und England, später von Frankreich übernommen. Parallel mit dem aufstrebenden Handel, der Kolonialpolitik und der Entwicklung der Manufaktur verlief der Prozeß der Verbürgerlichung: Die früher unbedeutende Schicht des Bürgertums entwickelte sich nach und nach zur bedeutendsten Klasse der Gesellschaft. Dies trifft insbesondere für Holland zu, das nach Marx, „die kapitalistische Musternation des 17. Jahrhunderts“* war, gemäß Descartes hingegen das toleranteste Land der Welt, weil sich seine Bewohner fast ausschließlich dem Handel und Gewerbe widmeten. Der Wohlstand paarte sich mit einer relativen Freisinnigkeit, die Wissenschaftler forschten, die Philosophen konnten frei und offen ihre Meinung sagen – ohne daß freilich kühne Reformen offizielle Anerkennung fanden. Die Verbürgerlichung widerspiegelt sich in charakteristischer Weise in der niederländischen Malerei, in den Bildern Rembrandts, Frans Hals', insbesondere aber bei den Interieurmaler (Vermeer, de Hooch, Terborch und anderen) und bei den Genremalern (Steen, von Ostade, Brouwer und so weiter).

In England tobte der Kampf zwischen dem Parlament und der Krone mit wechselndem Erfolg. Während der langen Regierungszeit Königin Elisabeths begann in großem Umfang die Kolonisation, der Seehandel entfaltete sich im Weltmaßstab, und es erstarkte die Schicht der Wolle produzierenden Kleingutsbesitzer. Cromwells zeitweilige demokratische Republik war zwar nicht in der Lage, die Macht des Parlaments zu festigen, doch die als unblutig bezeichnete Revolution von 1688 beseitigte die königliche Alleinherrschaft. Wie für die Niederlande die Malerei, so war für England in dieser Epoche die Literatur charakteristisch: Der Dramendichter der Epoche Elisabeths und Jakobs I. war Shakespeare, Cromwells Hofdichter hingegen war Milton, der übrigens auch als politischer Essayist bekannt wurde: Er verteidigte leidenschaftlich „das Recht des freien Menschen, sich nach eigenem Gutdünken zu regieren“.

Nach der Vertreibung der Hugenotten und der Niederschlagung der Bauernaufstände festigte sich in Frankreich die absolute Monarchie. Das finanztechnische Genie Colberts brachte das Land in eine

* Karl Marx/Friedrich Engels, Werke, Bd. 23, Dietz Verlag, Berlin 1962, S. 779



König Ludwig XIV. besucht das Versailler Institut der von Colbert neugegründeten Akademie der Wissenschaften

relativ günstige wirtschaftliche Lage, entwickelte das Gewerbe, den Handel und die Schifffahrt, verbesserte den Verkehr, festigte das Kolonialsystem, ja es schuf sogar humanere Gesetze, doch es konnte die tiefe Kluft zwischen der Verschwendung am Hofe Ludwigs XIV. und dem im Elend lebenden Volk nicht überbrücken – geschweige denn beseitigen. Die höfische Frivolität löste als moralischen Widerstand die als Jansenismus bezeichnete Bewegung des puritanischen Katholizismus aus, dem solche Vertreter wie Pascal und Racine angehörten. Die Lebensform des Bürgertums wurde hingegen in unvergänglicher Weise von Molière in seinen Komödien dargestellt.

In dieses Jahrhundert fällt die Gründung der ersten Akademie der Wissenschaften. Im Jahre 1603 wurde als erste die *Accademia dei Lincei* (Akademie der Luchsäugigen) in Rom gegründet, darauf folgte die kurzlebige *Accademia del Cimento* (Experimentierakademie), deren Gründer Verehrer Galileis waren. Die französische Akademie (*Académie française*) wurde auf Veranlassung von Richelieu im Jahre 1635 ins Leben gerufen, mehr aus literarischer als aus wissenschaftlicher Zielstellung; Colbert schuf im Jahre 1666 die Akademie der Wissenschaften (*Académie des sciences*). Die Gründung der englischen Royal Society erfolgte durch eine als „Unsichtbares Kollegium“ benannte geheime Gesellschaft im Jahre 1663. Die erste Akademie einer Wissenschaftsvereinigung in Deutschland entstand im Jahre 1652 unter der Bezeichnung *Academia naturae curiosorum* (Leopoldinisch-Carolingische Deutsche Akademie der Naturforscher); sie befaßte sich mehr mit Kuriositäten als mit der Erforschung wissenschaftlicher Geheimnisse und ging in den Wirren des Dreißigjährigen Krieges unter. Die Kurfürstlich-Brandenburgische Sozietät der Wissenschaften zu Berlin wurde auf Veranlassung von Leibniz im Jahre 1700 ins Leben gerufen.

Zugleich mit den Akademien wurden fast überall auch naturwissenschaftliche Museen gegründet: in Kopenhagen, Verona, Hamburg, Paris, Rom und unter der Schirmherrschaft der Royal Society in London.

Wissen ist Macht

Im Jahre 1605 veröffentlichte der hochangesehene Francis Bacon – damals noch Kronanwalt, später Großsiegelbewahrer, Lordkanzler, Baron von Verulam, Viscount von St. Albans – ein Buch über den



Wissenschaftlichen Fortschritt, in dem er in frappierender Weise sein eigenes und das wissenschaftliche Programm des Jahrhunderts konzipierte: Jeder Wissenschaft müsse die ihr zustehende Rolle zukommen. Damit beschäftigte er sich sein ganzes Leben lang, soweit es ihm seine Anwaltstätigkeit oder seine kostspieligen Zerstreuungen erlaubten. Bacon beabsichtigte, unter dem Titel *Instauratio Magna* (Großes Gefüge) eine enzyklopädische Systematik der Wissenschaften zu erarbeiten. Dieser überdimensionale Plan wurde nur in einzelnen Teilen verwirklicht, darunter das *Novum Organon*, welchem Bacon seinen unvergänglichen Ruhm verdankt.

Bacon wandte sich nämlich nicht nur einfach gegen die Scholastik, wie es die Vertreter vorangegangener Jahrhunderte gemacht hatten, sondern er drückte auch sehr präzise aus, was verändert werden muß; nicht neue, fertige Thesen gegenüber den überholten alten, sondern ausschließlich neue Methoden führten zu einer Veränderung. Giordano Bruno – mit dem er möglicherweise in London zusammentraf – war ein bedeutend größerer Geist als er, doch er verfügte über keine Methoden. Daran kann sehr gut der Unterschied der beiden Jahrhunderte und die Bedeutung Bacons abgewogen werden. Durch

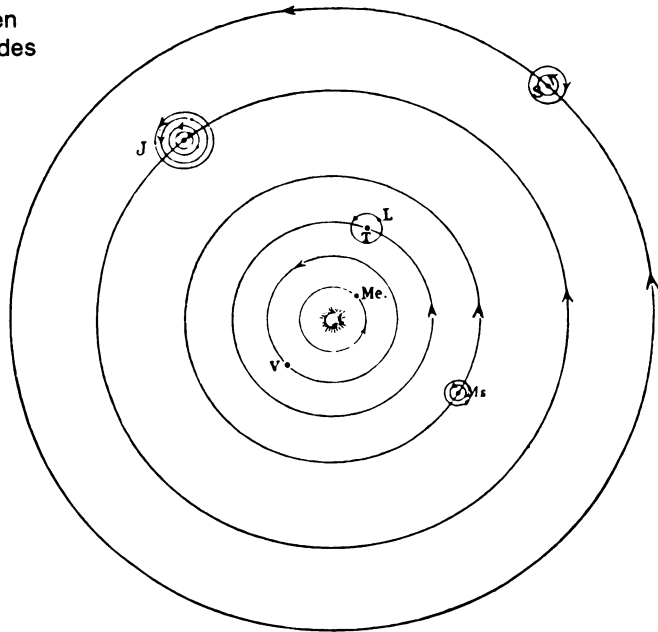
Bacon wurde nichts entdeckt, und was er im zweiten Teil seines *Novum Organon* zeigt, sind im großen ganzen gesehen Irrtümer. Er konnte nämlich seine eigene Methodik nicht anwenden. Doch was er im ersten Teil seines Buches festhielt, das wurde wahrhaftig das A und O der neuen Wissenschaft. Daß an Stelle von Syllogismen Induktionen zugrunde zu legen seien, statt eingebildeter Qualitäten und Substanzen von der Sinneswahrnehmung auszugehen sei, die Fakten aus den zusammenhängenden Folgen abzuleiten seien, die Natur nicht zu ahnen, sondern zu erklären sei, hierzu jedoch außer den Wahrnehmungen experimentelle Bestätigung und induktive Folgerung nötig seien. Wir würden nur das erfassen, dessen Ursachen wir kennen.

Das sind zwar einfache Thesen und für uns bereits allgemein bekannte Wahrheiten. Bacon begriff nicht im geringsten die Genialität eines seiner Zeitgenossen; er unterschätzte Kopernikus, Gilbert, Harvey und Galilei; von der Mathematik verstand er gleichfalls nichts, und in der gekünstelten Klügelei seiner Tabus übertraf er sogar den unproduktiven Syllogismus der Scholastik, und wenn ihn trotzdem bis heute der Nimbus eines Bahnbrechers für das neuzeitliche naturwissenschaftliche Denken umgibt, so hat er dies nicht nur dadurch erreicht, daß er das mittelalterliche Denken richtig beurteilte, sondern vor allem, daß er die richtige Methode für das neuzeitliche Denken bestimmte. „Das wahre Weltbild in den Geist der Menschen zu pflanzen“ — so bezeichnete er seine Zielstellung, und seine Zeitgenossen waren bereits dabei, seine Methoden — und zwar besser als er — anzuwenden.

Astronomia nova

Kepler und Galilei stellten die ersten astronomischen Fernrohre her; das Prinzip der Vergrößerungen wurde jedoch nicht von ihnen entdeckt. In dieser Zeit war die Brillenherstellung einer der wichtigsten Gewerbebezüge der Niederlande. Linsenschleifern in Middelburg fiel auf, daß durch zwei oder drei in einen Tubus eingesetzte, entsprechend geschliffene Linsen Entferntes näher gebracht oder Unsichtbares sichtbar gemacht werden kann — das heißt, die niederländischen Linsenschleifer haben dabei das Teleskop und das Mikroskop erfunden.

Schema des Keplerschen
heliocentrischen Weltbildes



Anfangs wurden beide Möglichkeiten lediglich als Spielerei angesehen, doch die strategische Bedeutung des Fernrohrs wurde bald offenkundig. Im Jahre 1609 erfuhren Kepler und Galilei – voneinander unabhängig – von dieser Neuerung. Darauf konstruierten beide ein eigenes astronomisches Fernrohr; den Himmel damit betrachtend, fanden sie die Bestätigung für das, was sie bereits ahnten.

Astronomia nova seu Physica coelestis – Neue Sternenkunde oder die Naturlehre des Himmels – ist der Titel des von Johannes Kepler im Jahre 1609 herausgegebenen Buches, mit dem wahrhaftig die neue Astronomie ihren Anfang nahm oder – wenn man so will – die des Kopernikus fortgesetzt wurde. Kepler war das Fernrohr noch nicht bekannt, als er von seinen drei berühmten Gesetzen bereits zwei niedergeschrieben hatte. Das erste lautet wie folgt: Die Planeten bewegen sich auf Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Demnach hatte Kopernikus darin recht, daß die Planeten um die Sonne kreisen, jedoch nicht auf einer Kreisbahn, sondern auf einer elliptischen Bahn. Entsprechend dem zweiten Gesetz hängt die Bewegung der Planeten in der Bahn von ihrer Entfernung von der Sonne ab, das dritte Gesetz – das erst zehn Jahre später der Öffentlichkeit bekannt wurde – behandelt die Beziehung zwischen Bahngröße und Umlaufzeit.



Johannes Kepler, 1571–1630

An der persönlichen Entwicklung Keplers kann sehr gut die zeitgenössische Entwicklung der Astronomie, ja selbst die der gesamten wissenschaftlichen Anschauung beurteilt werden. In seinem ersten Werk, dem im Jahre 1596 veröffentlichten *Mysterium cosmographicum*, verhielt sich Kepler noch so wie die Mehrzahl der Astronomen des 16. Jahrhunderts: undeutlich, verworren und mystisch. Er hielt die Planeten für große Lebewesen, die über eine „bewegliche Seele“ verfügen, und vertrat die Meinung, in der Sonne selbst wohne der „Weltgeist“. Er unterschied die Astronomie kaum von der Sterndeutung, wozu ihn natürlich die Lebensumstände und der Zeitgeist verpflichteten – denn seinen Ruhm als Astronom und seinen bescheidenen materiellen Wohlstand hatte er sich mit dem Stellen von Horoskopen erworben. Die *Astronomia nova* hingegen und insbesondere die im Jahre 1619 erschienene *Harmonices mundi* (Weltharmonien) zeigen uns einen um Exaktheit ringenden Wissenschaftler des 17. Jahrhunderts, der nicht nur sein früheres Ich, sondern sogar Kopernikus und Giordano Bruno übertraf: An die Stelle des *Mysteriums* trat die *mechanische* Deutung der Welt. „Der Himmelsmechanismus“, so schrieb er in einem Brief, „ist nicht auf irgendein göttliches Lebewesen zurückzuführen, sondern einem Uhrwerk vergleichbar, in dem

jede Bewegung einzig und allein nur durch die magnetische Kraft der Materie entsteht, während die Bewegung in einem Uhrwerk infolge der Gewichte zustande kommt. Diese physikalische Konzeption ist arithmetisch und geometrisch nachweisbar.“

Und die Erde bewegt sich doch

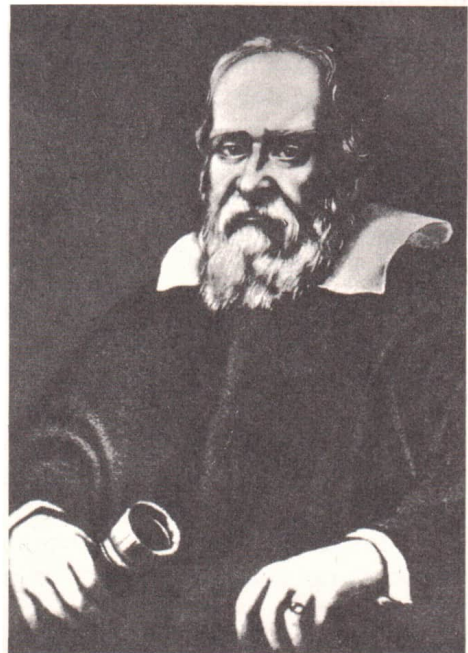
Kepler war in erster Linie Astronom, Galilei indessen hauptsächlich Physiker. Kepler krönte das Lebenswerk Kopernikus', Galilei hingegen bereitete das Lebenswerk Newtons vor. Seinen Jahrhunderte anhaltenden Ruhm erlangte Galilei durch seinen Kampf um das heliozentrische Weltbild und den Prozeß mit der Inquisition, seine wissenschaftlich-historische Bedeutung hingegen durch die Erforschung der Bewegungsgesetze und die Begründung der Mechanik.

Seit Aristoteles wurde allgemein angenommen, daß die Fallgeschwindigkeit von Gegenständen vom spezifischen Gewicht abhinge, daß demzufolge schwere Gegenstände schneller fallen als leichte. Galilei — der im Alter von fünfundzwanzig Jahren bereits Professor für Mathematik an der Universität zu Pisa war — warf vom Dach des schiefen Turmes eine ein halbes Pfund und eine fünfzig Pfund schwere Kugel hinunter und konnte dabei feststellen, daß beide zur gleichen Zeit den Erdboden erreichten. Er wiederholte den Versuch mit Gegenständen, deren spezifisches Gewicht im einzelnen verschieden war, mit Holz, Marmor und Blei, und alle legten den Weg ebenfalls in gleicher Zeit zurück. Danach setzte er das Experiment mit rollenden Körpern auf schiefer Ebene fort. Den damaligen physikalischen Vorstellungen zufolge nimmt die Geschwindigkeit eines in Bewegung geratenen Körpers ab, weil die in der Bewegung innewohnende Bewegungskraft allmählich nachläßt und sich schließlich erschöpft. Galileis Experiment bewies jedoch, daß es eine innere Bewegungskraft nicht gibt, die Geschwindigkeit lediglich durch die Reibung nachläßt und letztlich die Bewegung von selbst aufhört.

Hierbei handelt es sich nicht nur um die Formulierung der einfachen mechanischen Gesetze, sondern gleichzeitig um neue *Methoden*: das Experiment, die Beobachtung, Erfahrung, Schlußfolgerung, Berechnung und nicht zuletzt den Zweifel gegenüber der scholastischen Lehre — und demnach auch gegenüber dem Autoritätsprinzip. Galilei setzte die Physik dort fort, wo sie vor zweitausend Jahren von

Archimedes unterbrochen worden war. Hätte er seine Blicke nicht nach oben zum Firmament gerichtet, wären ihm sicher viele Schwierigkeiten erspart geblieben. Selbst ohne Fernrohr hatte er bereits vieles erkannt, als er jedoch von der holländischen Erfindung erfuhr und sich selbst ein Fernrohr anfertigte, folgten nacheinander die verblüffendsten Entdeckungen: Daß der Mond nicht flach ist, daß sich Berge und Täler auf ihm befinden, daß die Milchstraße aus unzähligen Sternen besteht, der Saturn von einem Ring umgeben ist, um den Jupiter vier Monde kreisen, die Fortbewegung der Sonnenflecken die Drehung der Sonne bestätigt und die Phasenveränderung der Venus beweist, daß sie ihr Licht von der Sonne erhält, sich — wie auch unsere Erde — um die Sonne dreht, und daß Kopernikus doch recht gehabt hatte.

In jener Zeit wurde all dies bereits von vielen vermutet, sogar von kirchlichen Kreisen. Unter den Theologen gab es vorzüglich ausgebildete Astronomen, und der hochgebildete, jedoch auf dem Gebiet der Astronomie unerfahrene Kardinal Maffeo Barberini — der spätere Papst Urban VIII. — war um diese Zeit von Galilei und dessen Entdeckungen von großer Tragweite aufrichtig begeistert. Als aber dennoch da und dort tadelnde Stimmen laut wurden, die Galileis Lehre als Ket-



Galileo Galilei
(Gemälde von J. Sustermans)

zerei bezeichneten, Galilei spontan und selbstsicher nach Rom reiste, um von berufener Stelle Unterstützung zu erhalten, mußte er bestürzt feststellen, daß man ihn kühl und zurückhaltend empfing; seine wissenschaftlichen Ergebnisse wurden zwar nicht in Abrede gestellt, doch man gab ihm zu verstehen, daß die Auslegung der Heiligen Schrift eine Angelegenheit der Theologen sei und er innerhalb der Grenzen der Physik und Mathematik bleiben solle. Jetzt stellte sich heraus, daß Galilei zwar ein genialer Physiker, jedoch ein naiver Mensch war, der es einfach nicht verstehen konnte, wie die auf Grund naturwissenschaftlicher Erkenntnisse ermittelte Wahrheit im Widerspruch zur Heiligen Schrift stehen könne. Darauf trat das Heilige Offizium zusammen, und es wurde ein Urteil gefällt – vorläufig nicht über Galilei, sondern über Kopernikus: Bei der Lehre über die Umdrehung der Erde handle es sich um eine ketzerische Lehre, man dürfe sich mit ihr nur hypothetisch beschäftigen, sie anzuerkennen sei untersagt, sie zu lehren ausdrücklich verboten. Kopernikus' Buch wurde auf den Index gesetzt. Dies geschah im Jahre 1616.

Galilei kehrte verbittert nach Florenz zurück. Er durfte zwar arbeiten, doch er mußte sich in Schweigen hüllen. Dies tat er denn auch. Er arbeitete unermüdlich weiter, sammelte neue Erfahrungen. Es standen ihm zwar einige Freunde und Gönner zur Seite, aber die Anzahl seiner Feinde nahm zu. Zu den letzteren gehörten auch einige einflußreiche Theologenastronomen, die dann später zu seinem Verderben beitrugen. Als der ihm sonst stets freundlich gesinnte Kardinal Barberini Papst wurde, erhoffte Galilei zu Recht, daß man ihm gegenüber nachsichtiger sein würde, doch er irrte sich. In seiner Eigenschaft als Kardinal verehrte Barberini in Galilei den fortschrittlichen Wissenschaftler, doch als Papst sah er in ihm den Zerstörer der weltlichen Herrschaft und der Macht der Kirche. Er mußte sich also vor ihm fürchten. Als der Gelehrte sein *Dialog* betiteltes Buch veröffentlichte, in dem er das ptolemäische Weltsystem dem kopernikanischen gegenüberstellte, schützte ihn der Papst in keiner Weise. Er forderte sogar eine exemplarische Bestrafung. Galilei versuchte vergeblich die Rotation der Erde als eine „hypothetische“ Annahme darzustellen. Vergebens wies er auch in seinem Buch darauf hin, daß es sich nur um eine „phantastische Vermutung“ handle, er wurde vom Leser richtig verstanden, und zwar in dem Sinne, daß es sich bei der phantastischen Vermutung um die wissenschaftliche Wahrheit handle. „Bei Ptolemäus die Krankheit, bei Kopernikus die Wahrheit.“ Dies wurde auch vom Heiligen Offizium so verstanden, das ihn, den sieb-

zigjährigen Gelehrten, im Jahre 1633 vor sich zitierte und ihn dazu zwang, daß er widerrufe: „...ich widerrufe, verdamme und verachte die Lehre von der Umdrehung der Erde als Ketzerei und Irrlehre.“

Es war ein schwerwiegender Prozeß, ein weitreichendes Urteil, doch an der Bewegung der Erde änderte es nichts.

Ich denke, also bin ich

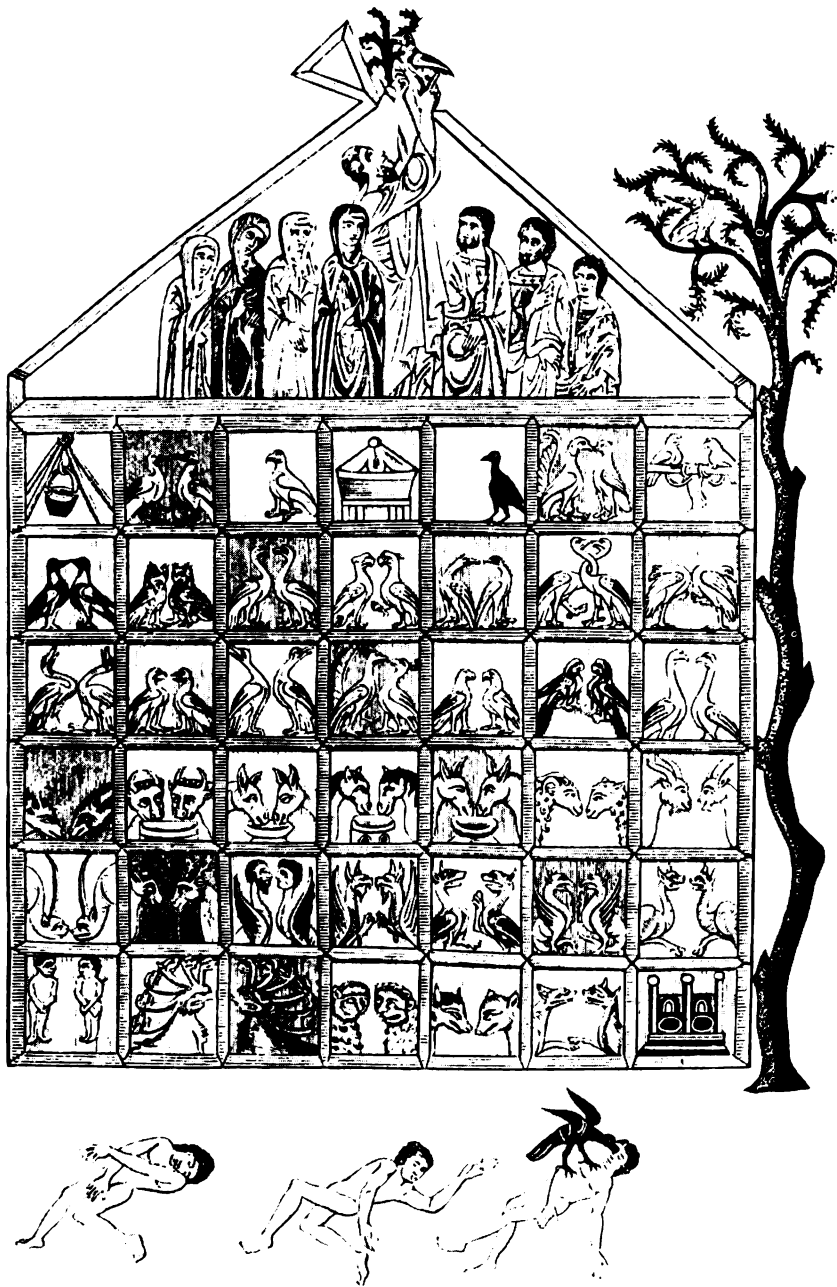
Als René Descartes vom Urteil der Inquisition in Rom über Galilei erfuhr, warf er noch rechtzeitig seine eigenen Handschriften ins Feuer, denn er hatte die grundlegende Identität zwischen der Ansicht Galileis und seiner erkannt. Von jetzt an formulierte er seine Konzeptionen vorsichtiger, doch auch damit hätte er sich einer Rechtfertigung vor der Inquisition in Italien nicht entziehen können. Er stellte nämlich etwas in den Mittelpunkt seiner Philosophie, was in den Augen der Inquisition noch verhaßter war — den Zweifel.

Der Zweifel wurde nicht von Descartes erfunden, denn die Renaissance hatte ja bereits ihren wichtigsten Sinn, ihre Grundlage, durch den Zweifel erhalten, doch niemand hatte den Zweifel, wonach *alles* zu bezweifeln sei, was nicht „klar und einleuchtend“ ist, so eindeutig definiert. Doch was soll ausreichend klar und einleuchtend, offensichtlich und unzweifelhaft sein, wenn selbst die Sinneswahrnehmungen unzuverlässig, das Erkennen ungenau, die Einbildung trughaft und der Glaube irreführend sind — was bleibt dann noch? Im Grunde genommen wissen wir nicht einmal, ob die Welt überhaupt existiert, und was beweist uns, daß wir selbst existieren?

Nach langem Überlegen kam Descartes zu der Überzeugung, daß nichts anderes als sicher angenommen werden könne als das *Denken* selbst: Zum Denken muß man notwendigerweise existieren, folglich wird die Existenz am zuverlässigsten durch das Denken bewiesen.

So wurde die philosophische Devise des Jahrhunderts geboren: *Cogito ergo sum* — ich denke, also bin ich.

Das Denken sei nicht Ursache des Daseins, lediglich ein Beweis. Zunächst zwar ein objektiver Beweis, doch sobald wir auf diesem Prinzip aufbauen wollen, gelangen wir wieder zur subjektiven Unsicherheit zurück: Das Denken wäge zwar alles ab, doch es betrachte

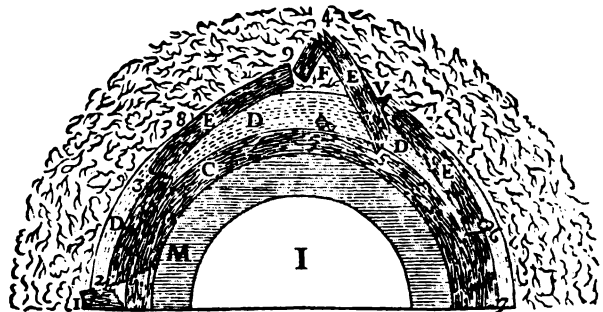
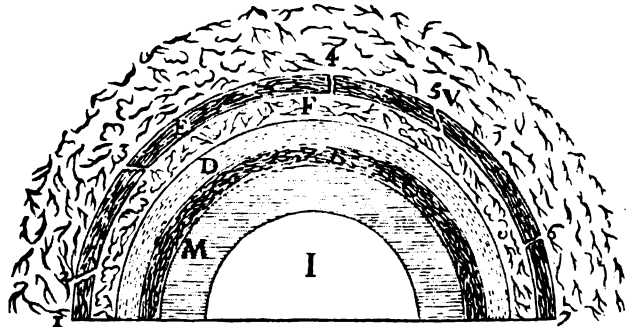


Darstellung der Arche Noah aus dem 17. Jahrhundert; das Bild zeigt, daß im Jahrhundert Galileis, Descartes' und Newtons das Mittelalter noch nicht zu Ende war

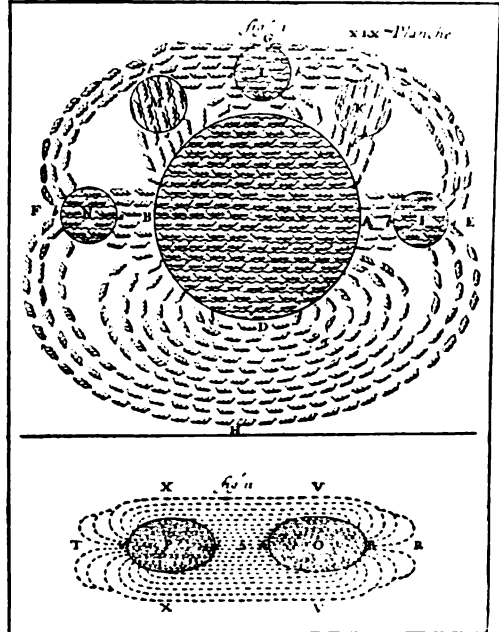
nur das als real, was die Intuition, die innere Überzeugung für klar und eindeutig beurteilt. Demgemäß wird ein Grundsatz der rationalen Philosophie zum Element des Irrationalen: zur Überzeugung.

Descartes erkannte recht bald den Widerspruch seiner Grundthesen, außerdem machten ihn auch seine Zeitgenossen – Gassendi, Hobbes und Arnauld – darauf aufmerksam. Er weitete deshalb den Begriff des Denkens immer mehr aus, schloß jede psychologische Betätigung, jede geistige Funktion mit ein („Was ich mit meinem Geist oder Verstand klar und eindeutig erkennen kann, ist wahr, ist etwas.“), stützte und ergänzte es durch die Einbildung, die intuitive Überzeugung, den Geist der Erleuchtung und die uns angeborenen Ideale. Sein Rationalismus wurde dadurch immer irrationaler, dennoch waren seine Wirkung und Einflußnahme von außerordentlicher Bedeutung: An die Stelle des Glaubens trat das Denken, an die Stelle der Offenbarung der Zweifel, die Vernunft erlangte die führende Rolle.

Dies traf auch für die Mechanik zu. Im Lebenswerk Descartes' kam gegenüber der Metaphysik den Naturwissenschaften die bedeutendere Rolle zu. Er war ein mathematischer Geist, ihn interessierte vor allem der mathematische Ausdruck der Naturgesetze. Er wird des-



Darstellung
der Kosmogonie Descartes':
Die Erdschichten
und ihre Faltenbildung



Darstellung der Wirbeltheorie Descartes'

half auch als Begründer der analytischen Geometrie angesehen. Descartes gab den ersten Anstoß zur Verwendung von abstrakten Buchstabenzeichen an Stelle konkreter Zahlen. Zur gleichen Zeit, zusammen mit Fermat, empfahl er außerdem das Koordinatensystem zur geometrischen Darstellung mathematischer Zusammenhänge. Ferner befaßte er sich in seinen physikalischen Studien einerseits mit der Lehre von der Lichtbrechung, andererseits mit den mechanischen Bewegungsgesetzen der Materie. Er hielt die Welt für eine großartige und vollkommene Maschinerie; die Funktion des menschlichen und tierischen Körpers führte er ebenso auf die Gesetze der Mechanik zurück wie auch die Entstehung der Planeten – unsere Erde mit einbegriffen. Seine Kosmogonie setzte sich einfach über die biblische Schöpfungsgeschichte hinweg, und er bekannte sich stillschweigend zu den physikalischen Gesetzen Galileis und zum heliozentrischen System. Seine „Wirbeltheorie“ über die Entstehung der Erde stellte bis zu Laplace die plausibelste wissenschaftliche Hypothese dar. Selbst in der Psychologie versuchte er die Gesetze der Mechanik zur Geltung zu bringen, wenngleich nicht besonders erfolgreich.

Für und wider Cartesius

Die Philosophie Descartes (lat.: Cartesius) brachte von Anfang an seine Zeitgenossen und Nachfolger in Aufruhr. Eine Legion von Gegnern, Anhängern und Kommentatoren befaßte sich mit den Ideen des Cartesianismus, von dem in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ganz Europa überschwemmt wurde, so daß beispielsweise selbst im kleinen Siebenbürgen jeder Stadtmensch im Geiste des aus Holland importierten Cartesianismus aufwuchs.

Von den Zeitgenossen Descartes' war der Südfranzose Pierre Gassendi der bedeutendste Philosoph, vor allem deshalb, weil er in seiner Eigenschaft als Priester der erste materialistische Philosoph der Neuzeit war. An Stelle von Aristoteles und Thomas von Aquino verehrte er Epikur und Giordano Bruno. Er war ein Freund Keplers und Hobbes'. Allein daraus ist schon das Wesen seiner Philosophie zu vermuten. Von den Naturwissenschaften betrieb er am aktivsten die Physik, doch er verstand sich auch auf die Astronomie. Seine philosophische Vorstellung beruhte auf den Atomen: Die Materie könne nicht vergehen, weil das Atom ewig sei; die Veränderung der Materie sei auf die Bewegung der Atome zurückzuführen, die unterschiedliche Qualität und Lage der Atome bringe die Vielfalt der Welt zustande. Eine besondere Art von Atomen, die über Empfindungsfähigkeiten verfügen, bilde die Seele. Die Folgerung *Cogito ergo sum* wurde von Gassendi nicht akzeptiert: das Denken könne von der Sinneswahrnehmung nicht getrennt werden; nicht das Denken allein, sondern das Beobachten, die Wahrnehmung führe zur empirischen Erkenntnis der Natur.

Nach dem Tode Descartes' (1650) verbreitete sich seine Lehre derart stürmisch, daß die meisten Universitäten sie verboten – wodurch sie sich natürlicherweise nur noch wirkungsvoller ausdehnte. Doch die Kardinalfrage der Diskussionen um den Cartesianismus bewegte sich nicht um den Rationalismus oder das Weltbild der Mechanik, sondern um die metaphysische Frage: Wie wirken Körper und Seele aufeinander? Aus der Lehre Descartes' ergibt sich gleichfalls, daß zweierlei Arten von Substanzen existieren. Das Wesentliche der einen ist die Dimension (die Materie beziehungsweise der Körper) und das der anderen das Denken (die Seele oder der Geist). Körper und Geist wirken offensichtlich aufeinander ein (das Kneifen der Hand wird vom Bewußtsein als Schmerz registriert), doch wenn es sich um zwei selbständige Substanzen handelt, wie erfolgt dann ihr

Zusammenwirken? Worauf beruht das Rätsel ihrer Harmonie? Die Antwort darauf wurde von Arnold Geulincx aus Leuven (Löwen), dem späteren Universitätsprofessor zu Leyden, in seiner als *Okkasionalismus* benannten philosophischen Betrachtungsweise gegeben: Da die Dimensionen keine Vorstellungen verursachen und die Vorstellungen die Dimensionen nicht verändern können, müsse demnach Gott bei jeder Gelegenheit eingreifen und die Funktion des Geistes mit dem Körper, wie auf dem Wege des Wunders, in Einklang bringen. Die hervorgerufene Ursache sei in Wirklichkeit eine gelegentliche Sache (*causa occasionalis*): ein gelegentlicher Anlaß zum göttlichen Eingreifen. Später erhielten diese — entsprechend unserer heutigen Beurteilung — bizarren Vorstellungen in der *Harmonia-praestabilita*-Hypothese von Leibniz eine neue Definition: Gott habe im voraus das gemeinsame Funktionieren von Körper und Geist bestimmt.

Die bezeichnende ethische Konsequenz dieser gekünstelten Erklärung ist das Abwälzen der Verantwortung auf Gott: Wenn sowieso jede seelische Funktion durch die unmittelbare Intervention Gottes erfolge, dann können wir für unsere Handlungen nicht verantwortlich sein. Der redegewandte Mönch und Philosoph Nicolas de Malebranche kam tatsächlich zu der Einsicht, daß Gott die einzige Triebkraft sei, eine Kausalität gäbe es nicht, uns selbst und die Welt könnten wir nur in Gott erkennen; und da jede Sache nur in Gott vorhanden sei, könnten wir nur „Bruchstücke“ der Dinge wahrnehmen und nicht die Wirklichkeit. Die Reflexion der in Gott enthaltenen Wirklichkeit sei die Welt.

Diese für die heutige Zeit überholten Ideen haben die Philosophen lange Zeit beschäftigt. Sie geben davon Zeugnis, daß aus dem Rationalismus Descartes' selbst die extremsten idealistischen Lehren entstanden sind. Andererseits wurzelte sowohl die französische Aufklärung als auch der mechanische Materialismus im Rationalismus Descartes'. Die Erklärung dieser Dualität liegt nicht nur im „metaphysischen Dunkel“, das über den Betrachtungen von Descartes schwebte, sondern auch darin, daß er in seiner Metaphysik Idealist und in seiner Mechanik zugleich Materialist war.

Blaise Pascal, der große Mathematiker und mystische Moralphilosoph, grollte Descartes, weil er in seiner gesamten Philosophie ohne Gott auskommen wollte. „Wohl oder übel mußte er unserem Herrgott den Anstoß überlassen, damit die Welt in Bewegung gerate, doch von da an weiß er mit ihm nichts mehr zu beginnen.“ Und dies verhielt sich tatsächlich so. Ohne den „göttlichen Anstoß“, den *primum mo-*

vens, die erste Antriebskraft, den großen Uhrmacher, kam die mechanische Anschauung noch lange nicht aus. Pascal hingegen maß Gott eine bedeutendere Rolle zu, doch nur in der Moralphilosophie; im Bereich der Naturwissenschaften bekannte er sich auch zur Ratio, zur Vernunft.

Unter den Franzosen gab es noch viele philosophische Geister, vom Jansenisten Nicole bis zum Freidenker Pierre Bayle – von dem Holbach treffend sagte, daß „er vorzüglich zweifeln lehrt“, und dessen *Dictionnaire* den französischen Enzyklopädisten vielleicht den ersten Anstoß gab –, doch dem Einfluß Descartes' konnte sich niemand entziehen. Wir erinnern uns noch eines besonderen volkstümlichen Philosophen und Naturwissenschaftlers, und zwar an den langlebigen Fontenelle. Im Jahre 1686 gab er ein Buch heraus – *Gespräche über die Vielheit der Welten* –, in dem er geistreich darüber philosophiert, ob auf den übrigen Planeten Leben, und zwar menschliches Leben, möglich sei. Das war zu dieser Zeit ein besonders beliebtes Thema. (Cyrano de Bergerac hatte kurz vorher die abenteuerlichen Begebenheiten seiner Mondreise herausgegeben.) In unseren Tagen sind derartige Veröffentlichungen wieder in Mode gekommen, doch Fontenelle gebührt hier nicht deswegen Erwähnung, sondern weil sein Buch zeigt, wie selbstverständlich all dies im letzten Drittel des Jahrhunderts galt, wofür im ersten Drittel Galilei noch vor das Tribunal der Inquisition zitiert wurde, im zweiten Drittel Descartes' Buch auf den Index gesetzt und seine Lehren an den Universitäten verboten wurden. Es konnte aber auch noch niemand wissen, daß im selben Jahr Newtons Buch über die physikalische Beweisführung des mechanistischen Weltbildes erschien.

Der Antichrist Hobbes

Als Descartes in Holland vor der französischen Willkür Zuflucht suchte, fand Thomas Hobbes in Paris Ruhe und freie Betätigungsmöglichkeit – aber auch nur so lange, wie er seinen *Leviathan* noch nicht geschrieben hatte. Glücklicherweise gewährte ihm gerade zu dieser Zeit – im Jahre 1651 – Cromwell Amnestie, so daß er daraufhin nach England zurückkehrte, wo er ungestört ein Alter von einundneunzig Jahren erreichte und im Jahre 1679 verstarb. Daß er so unbehelligt blieb, ist vor allem deshalb erstaunlich, weil er zwei Jahrhun-

derte hindurch als Musterbeispiel für Atheismus und Materialismus und weltweit als Antichrist galt.

Dieser „Tadel“ ist nicht ganz unbegründet. Hobbes gehört zu den wankelmütigen Philosophen. Einzelne seiner Werke sind naiv gottgefällig, scholastisch rückständig, naturwissenschaftlich desorientierend und von der Realität weit entfernt. Selbst wo er die mechanische Funktion in der Natur beschreibt, spricht er von der Welt der „Ideen und Phantasmen“. Um so erstaunlicher ist es, daß er in seinem *Leviathan* einen ganz anderen Ton anschlug. Es ist weder von Ideen und Phantasmen noch vom Lebensgeist, sondern von Materie und Bewegung die Rede, von den Gesetzen der organischen und gesellschaftlichen Maschinerie. Aus der Gegenüberstellung des natürlichen Zustandes und der Naturgesetze entfaltete sich eine großangelegte Gesellschaftsphilosophie, die in den nachfolgenden Jahrhunderten ihre Wirkung nicht verfehlte.

Hobbes bezeichnete mit zum Teil ungewöhnlichen Worten den un-zivilisierten, instinktmäßigen, naturverbundenen Zustand als *naturhaft*, als ursprünglich, hingegen die auf Vernunft und Gesetz fundierte zivilisierte Gesellschaft für *natürlich*; daraus ergab sich das kuriose Wortspiel: Das naturhafte Recht müsse mit den Naturgesetzen bewältigt werden . . . Im naturhaften Zustand sei nämlich jeder zu allem berechtigt; dieser Zustand biete anscheinend die größte Freiheit, obwohl dies nicht stimmt, denn dabei befände sich ja niemand in Sicherheit. In diesem naturhaften Zustand tobe der Kampf aller gegen alle (*bellum omnium contra omnes*), wovor sich die Gesellschaft durch staatlichen Zusammenschluß schützen kann. Diese Zusammenschlüsse seien mit Rechten und Pflichten verbunden. Recht und Gesetz seien nicht das gleiche. Recht sei: die *Freiheit*, etwas zu tun oder nicht zu tun. Gesetz sei dagegen: die *Pflicht*, etwas zu tun oder nicht zu tun. Staatenbündnisse würden nicht aus Menschlichkeit geschlossen, sondern auf Grund der Notwendigkeit. Gesetze seien in Anbetracht des nüchternen Menschenverstandes in der Absicht nötig, damit der Mensch nicht des Menschen Wolf werde (*homo homini lupus*). „Das natürliche Gesetz ist eine Norm oder allgemeine Regel, die uns der Verstand vorschreibt, wonach niemand vom anderen das fordern kann, was er auf sich bezogen als schädlich betrachtet.“

Hobbes schreibt neunzehn natürliche Gesetze vor. Am bezeichnendsten sind die beiden ersten: 1. Bemühe dich um Frieden, solange es möglich ist. 2. Sollte das nicht möglich sein, wehre dich mit allen Mitteln.

Die gesellschaftliche Struktur, die er auf den natürlichen Gesetzen aufbaut, ist nicht frei von Gefahren (sie kann nämlich nur so lange gut funktionieren, solange mit ihr nicht Mißbrauch getrieben wird, sonst mündet sie in Absolutismus), doch sie birgt viele erwägenswerte Gesichtspunkte in sich. Besonders aufschlußreich ist, was Hobbes über den Glauben und die Religion aussagt. Die Ursache des Glaubens sei die Angst und die der Religion die Autorität. Eine natürliche Moral gäbe es nicht, die Moral müsse sich auf Grund der natürlichen Gesetze bilden. Die Kirche dürfe kein Einspruchsrecht in die Angelegenheiten des Staates haben; in der Bibel sei weder von der Macht des Papstes und der Unsterblichkeit der Seele noch von der Dreifaltigkeit die Rede; die Kirche lege die Heilige Schrift zu ihrem Eigennutz aus. Hobbes unternimmt zugleich den Versuch einer rationalen Bibeldeutung; seine dabei entfaltete bahnbrechende Meinung ist mehr als beachtenswert. Im letzten Teil seines Buches greift Hobbes die Scholastiker an. Die Theologie, die Offenbarung, Wunder und Zufall schaltete er aus der Gesellschafts- und Naturwissenschaft aus. Dem Dunkel des Mystizismus stellte er die Helle des Rationalismus gegenüber: Vieles, was unser Verständnis übersteigt, kann wahr sein, doch nichts, was ihm entgegensteht.

Die Wahrheit als Prüfstein für sich selbst

Bischof Bossuet, ein namhafter Kirchenvertreter und Hofpfarrer Ludwigs XIV., schrieb im Jahre 1687 in einem Brief: „Ich merke, daß unter der Fahne der Philosophie Descartes' ein großer Kampf gegen die Kirche vorbereitet wird. Aus seinen Ideen sehe ich vielerlei Ketzerei entstehen . . . Die gezogenen Folgerungen gegen die von unseren Vätern in Ehren gehaltenen Dogmen machen diese Philosophie hasensenswert . . . Unter dem Vorwand, daß nur die klar erkennbaren Dinge zu akzeptieren seien — was innerhalb bestimmter Grenzen auch nötig sein mag —, fühlt sich jeder zu der Äußerung berechtigt: *Das verstehe ich, das verstehe ich nicht*, und aus diesem einzigen Grund akzeptiert oder lehnt er ab, was er will.“

Als der Bischof diesen Brief schrieb, waren seine Bedenken vom Standpunkt der Kirche nicht unbegründet. Mehr als eineinhalb Jahrzehnte ging trotz strengen Verbots ein Buch in immer neueren Auflagen von Hand zu Hand. Das Buch hatte folgenden Titel: „Einige Trak-

tate zur Bekräftigung des *theologisch-politischen Studiums*, daß die Freiheit des Gedankens von der Wahrheit und von der staatlichen Ordnung nicht zum Schaden dient, sondern ihr Verbot geradewegs die Wahrheit mit Gefahr bedroht und zur Auflösung der staatlichen Ordnung führt.“ Der Name des Verfassers erschien in der verbotenen Ausgabe selbstverständlich nicht, doch jeder, der mit der Materie einigermaßen vertraut war, wußte, daß die Abhandlung von Baruch Benediktus de Spinoza geschrieben war, einem aus Portugal stammenden holländischen Juden, der wegen seiner freien Ideen von der jüdischen Gemeinde mit schwerem Bann belegt worden war und der zurückgezogen in der Nähe von Den Haag lebte und sein Leben völlig der Philosophie widmete.

Spinozas Hauptwerk ist die *Ethik*, sein berühmtestes Buch hingegen, das Buch des Jahrhunderts — der *Tractatus theologico-politicus*, die theologisch-politische Abhandlung —, ein Heldengedicht der Gedankenfreiheit. Spinoza bekämpft in ihm mit besonnener Weisheit und beängstigender Logik die mystisch-abergläubische Anschauung und setzt an deren Stelle die Macht des nüchternen Verstandes und die Sittenreinheit.

Im Mittelpunkt des Buches steht die Kritik an der Bibel. Spinozas Standpunkt entspricht nicht schlechthin der Verhaltensweise eines ungläubigen Menschen, sondern mehr dem Bedenken des Gläubigen: Wie muß man richtig glauben? Er schlußfolgerte deshalb: *Glauben* sei etwas anderes als jemandem *Glauben schenken*; wer an Gott glaube, müsse den Menschen nicht all das glauben, was sie über Gott sagen oder schreiben, auch nicht, wenn es in der Heiligen Schrift steht: Die Heilige Schrift sei ja auch von Menschen entsprechend ihren Vorstellungen, Ideen und Ansichten geschrieben worden und deshalb von Irrtümern nicht frei. Gott sei nicht auf Mittler, Wunder, Zeichen und Zeichendeuter und auch nicht auf ein Zeremoniell angewiesen; das seien alles Erfindungen des Menschen, die den denkenden Menschen zum unvernünftigen Tier degradierten. Gott sei kein Gesetzgeber, kein Herrscher, kein Gerechter, kein Barmherziger, kein Allmächtiger, „Gott handle in Wirklichkeit nur zwangsläufig vermöge seiner eigenen Naturhaftigkeit und Vollkommenheit“. Was ist göttliche Vollkommenheit? Die unabänderliche Ordnung der Natur. Wunder würden ja bedeuten, daß Gott gegen seine eigene Natur handle — dies tue er jedoch nicht. Der göttliche Wille könne weder im Gegensatz zur Natur noch zur klaren Vernunft stehen. Was gegen die Natur gerichtet ist, sei auch gegen die klare Vernunft, und was gegen



Baruch Benedictus de Spinoza,
1632–1677

die Vernunft gerichtet ist, bedeute Unsinn und sei folglich verwerflich.

Aus Spinozas Ausführungen über den Staat geht hervor, daß die besonnene Vernunft zuweilen doch in einen Gegensatz zur Natur gerät, und dieser Gegensatz sei zum immanenten Bestandteil der Gesellschaft geworden. Jeder Mensch maße sich nämlich ein „natürliches Recht“ an, wie es auch ein natürliches Recht des Fisches sei, die kleineren Fische zu verschlingen. Dieses natürliche Recht bestimme nicht die besonnene Vernunft, sondern die Begierde, die Gewalt, die Wirkungskraft, die Veranlagung und die Fähigkeit; es arte sogar in Rachsucht und Mord, in Selbstsucht und Unterdrückung aus und richte sich nicht nach den Gesetzen der Vernunft und der Moral, sondern der des Eigennutzes. Doch im *kollektiven Zusammenleben* mache gerade dieser Umstand den Staat erforderlich, in dem das Recht nicht von der Begierde und der Gewalt des einzelnen Menschen, sondern durch den Willen der Gemeinschaft bestimmt wird, und zwar auf der richtungweisenden Grundlage der Vernunft. Sie funktioniere nur, wenn sich die Interessen des Staates und der Untertanen decken, andernfalls führe sie zur Sklaverei. Ihre Garantie sei die Gedankenfreiheit. Die Untertanen verzichten darauf, entsprechend ihren eigenen Vorstellungen (beziehungsweise ihrem natürli-

chen Recht gemäß) zu handeln; doch ihrem eigenen Gutdünken entsprechend nachzudenken und darüber zu reden, darauf verzichten sie nicht. Der Staat müsse von ihren Hinweisen all das aufgreifen und anwenden, was dem Interesse der Allgemeinheit diene, denn das Ziel des Staates müsse stets die *Freiheit* sein.

Als dieses Buch vor rund dreihundert Jahren erschien, entfachte es einen unermeßlichen Sturm. Man verleumdete Spinoza als Wahnsinnigen, als gottlose Bestie, sittenlosen Umstürzler und Antichristen, kurzum, er sollte all das sein, was er eigentlich nicht war. Auf die gegen ihn gerichteten Angriffe reagierte Spinoza grundsätzlich nicht; lediglich auf einen Brief, in dem ihn ein fanatischer Jüngling unter anderem als elenden Menschen und erbärmlichen Erdenwurm, ja sogar als Ungezieferfraß titulierte und ihn mit Feuereifer bekehren wollte. Aus der sanftmütigen und bedachten Antwort Spinozas empfiehlt es sich, selbst nach dreihundert Jahren, folgenden Satz zu zitieren: „*Weil die Wahrheit der Prüfstein für sich selbst und für das Falsche ist.*“

Die neue Physik

„Wahre Philosophie bedeutet, alle Ursachen des Wirkens in der Natur auf mechanische Grundlagen zurückzuführen. Dies müssen wir konsequent befolgen oder darauf verzichten, jemals irgend etwas von der Physik zu verstehen.“ Dies schrieb Christian Huygens in seiner Arbeit über das Licht, der sicherlich größte Physiker seines Zeitalters, wenn nicht zur selben Zeit Isaac Newton gelebt hätte.

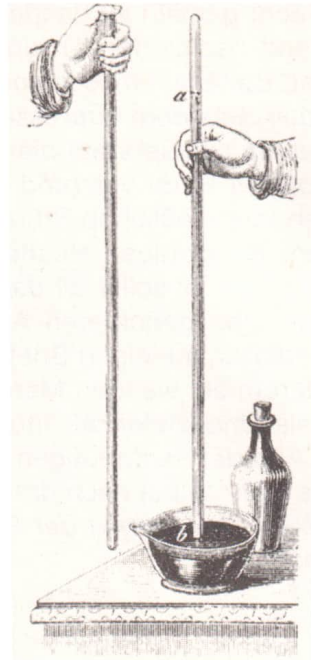
In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts dachten alle Naturwissenschaftler ähnlich. Sie befaßten sich deshalb fast ausschließlich mit der Erforschung der mechanischen Ursachen und Gesetze.

Die naturwissenschaftliche Betriebsamkeit dieses Zeitalters war in ganz Westeuropa ungewöhnlich rege. Die Wissenschaftler befreiten sich gewissermaßen von dem Druck der Scholastik. Dies war teilweise auf die Philosophie Bacons, Descartes', Spinozas und Hobbes' zurückzuführen, teilweise auch der Physik Galileis zu verdanken, vielleicht aber auch der Tatsache, daß das plötzliche Aufblühen der wissenschaftlichen Akademien die Zusammenarbeit der Wissenschaftler erleichterte und ihre bisherige Isoliertheit beseitigte.

Zentrum der italienischen Physiker war die Experimentierakademie,



Evangelista Torricelli, 1608–1647



Torricellis Experiment,
das den Luftdruck nachweist

in der sich die Schüler und Nachfolger Galileis zusammenscharten. Am bekanntesten unter ihnen ist Evangelista Torricelli, der mit seinem berühmten Versuch im Jahre 1643 den Luftdruck nachwies und gleichzeitig den Grundsatz vom *Horror vacui* widerlegte, wonach sich die Natur vor der Leere graue. Das erste Barometer wurde von Vincenzo Viviani angefertigt. Giovanni Alfonso Borelli war nicht nur ein berühmter Arzt, sondern ein hervorragender Mathematiker, Physiker und Astronom. Er beschrieb als erster das Phänomen der Kapillaren. Bei seinen Beobachtungen über die Anziehung der Planeten hätte er fast die Schwerkraft entdeckt.

Die materielle Realität und die Zusammensetzung der Luft übte nicht nur auf die italienischen Wissenschaftler einen besonderen Reiz aus. Was befindet sich im luftleeren Raum? Wie groß ist das Gewicht der Luft? Was befindet sich oberhalb der Luft? Wie wird das Nichts vom Licht durchdrungen? In diese Zeit fällt das berühmte Puy-de-Dôme-Experiment über den Luftdruckunterschied, das auf Betreiben des Mathematikers und Philosophen Blaise Pascal unter seiner Lei-

tung ausgeführt wurde. Dabei wurde das Torricelli-Experiment angewandt, das heißt, man stellte im Tal den Barometerstand fest, trug das Quecksilber und die Glasröhre auf den Gipfel des eintausendvierhundert Meter hohen Berges (das war in dieser Zeit eine große Leistung, denn der Alpinismus war damals noch nicht in Mode), wiederholte die Messung und siehe: Das Quecksilber fiel um drei Zoll tiefer. Der Luftdruck mußte demnach doch von der Dichte der Luftschichten, vom Gewicht der Luft abhängig sein — der Beweis lag vor, daß Luft aus Materie besteht.

Ein noch wirkungsvolleres Experiment wurde von Otto von Guericke, dem Physiker und Bürgermeister von Magdeburg, durchgeführt. Die geistige Entwicklung in Deutschland blieb im Verlauf des Dreißigjährigen Krieges erheblich zurück; die Gelehrten waren von der westlichen Kultur isoliert. So führte Guericke, vollkommen auf sich allein gestellt, seine Experimente durch — und er kam auf die gleichen Ergebnisse. Der berühmte Versuch, den er im Jahre 1654 vor dem Regensburger Reichstag durchführte, bestand darin, daß aus zwei aneinandergefügt Halbkugeln die Luft herausgepumpt wurde. (Guericke hatte inzwischen auch die Luftpumpe erfunden.)



Otto von Guericke, 1602—1686



Das Regensburger Experiment Otto von Guerickes

Danach waren selbst sechzehn Pferde nicht imstande, die Halbkugel auseinanderzuziehen. Doch als er den Lufthahn öffnete und Luft in die Halbkugeln einströmte, konnte man die Halbkugeln mühelos voneinander trennen.

Der Holländer Christian Huygens wirkte überwiegend in Paris; er war der Stolz der jüngst gegründeten französischen Akademie. Seine Berühmtheit erlangte Huygens durch die Erfindung der Pendeluhr. Doch in seinem 1673 veröffentlichten Buch beschreibt er nicht nur die Technik seiner Erfindung, sondern er führt auch Einzelheiten über die mathematischen Grundregeln der Pendelgesetze an. Huygens ganzes Schaffen war durch sein Bestreben zur Mathematisierung der Physik geprägt. In seinem Buch über das Licht (*Traité de la lumière*, 1690) geht er davon aus, daß Bewegung und Fortbewegung nur in einem Medium möglich seien, demnach befände sich im luftleeren

Raum eine besonders feine Materie, der Äther, dessen Schwingung das Licht übertrage. Mittlerweile äußerte auch Olaus Römer, ein dänischer Astronom, die Meinung, daß die Geschwindigkeit des Lichtes meßbar ist. Dies untermauerte die Wellentheorie von Huygens, wonach sich die Lichtwellen kugelförmig im Raum verbreiten und ihnen jeder erreichte Punkt als Ausgangspunkt einer neuen Wellenbewegung diene.

Das mathematische Interesse war in erster Linie bei den französischen Wissenschaftlern (Pascal, Fermat, Roberval und anderen) ausgeprägt, doch zum Ende des Jahrhunderts wurden sie auf diesem Gebiet von Newton mit der Infinitesimalrechnung übertroffen — die zur selben Zeit auch von Leibniz gelöst wurde, und somit die so heftigen und häufigen Prioritätsdiskussionen dieses Jahrhunderts noch gesteigert wurden. Im Diskussionsstreit spielte Robert Hooke, der Sekretär der Royal Society — ihr geistiger Tausendsassa —, die führende Rolle, der mit einer Flut von wertvollen Erfindungen die Welt überschwemmte (Quecksilberthermometer, Federuhr, Spiegeltelegraph, Dichtigkeitsmesser, Regenmesser, Luftpumpe mit Ventil und so weiter) und dabei anderes noch mitentdeckte, so auch die Ge-



Christian Huygens, 1629—1695

setze der Schwerkraft. Der Prediger und Mathematiker John Wallis kam mit der Abfassung einer allerdings umstrittenen Integralrechnung sogar Newton zuvor; seine optischen Arbeiten hingegen haben Isaac Barrow zu seinen optischen Entdeckungen angeregt.

Robert Boyle war als Physiker und Chemiker, aber auch als philosophischer Geist einer der namhaftesten Gestalten seiner Epoche. In seinem Wirken sind diese drei Gebiete voneinander nicht eindeutig zu trennen. Er begründete die Theorie über die Elastizität der Luft und klärte das Verhältnis von Rauminhalt und Druck der Gase. Seine Korpuskulartheorie baute er auf dem Atomismus Demokrits und Epikurs auf, obwohl er die Bezeichnung Atom wegen ihres atheistischen Beigeschmacks peinlichst vermied. In Anbetracht seiner Arbeiten auf dem Gebiet der Chemie wird er häufig als Begründer der neuzeitlichen Chemie bezeichnet, doch das entspricht nicht ganz den Tatsachen: Boyle begründete nicht die neue Chemiekunde, sondern er wies lediglich den zu beschreitenden Weg. In seinem 1661 veröffentlichten *Sceptical Chymist* zieht er Bilanz über die mittelalterliche Chemie und schlägt die Einführung eines systematischen Programms auf der Grundlage einer naturgebundenen Chemie vor. Doch dieses Programm wurde nicht von ihm verwirklicht, sondern von seinen Nachfol-



Robert Boyle 1627–1691

gern, hauptsächlich von Dalton und Lavoisier. Was von Boyle sehr eindeutig definiert wurde, ist die „Entpersonifizierung“ der Natur: Die Natur ist keine selbständige Substanz, sondern ein System natürlicher Normen. Die vier Grundelemente des Altertums (Erde, Wasser, Luft, Feuer) seien eine genauso unbrauchbare Grundlage wie die drei Grundelemente der Anhängerschaft Paracelsus' (Salz, Schwefel, Quecksilber) und die damit im Zusammenhang stehenden Phantastereien auf diesem Gebiet — selbst wenn solche Experimente zuweilen brauchbare Ergebnisse erzielen — sind ebenso unbrauchbar wie die aristotelische Version der scholastischen Materie und Form oder der kartesianische Dualismus der Räumlichkeit und des Denkens. Die beiden Pfeiler des mechanischen Weltbildes seien die Materie und die Bewegung, und als dritter geselle sich das Kausalitätsprinzip hinzu. Aus diesen drei Faktoren baute sich Boyle die Welt wie auch die *Ordnung der Dinge* so auf, daß überall alles entsprechend den physikalischen Gesetzen funktioniert — so vollkommen und eindeutig wie die weltberühmte Uhr von Straßburg —, das heißt wie eine vollkommene Maschine. Daraus leitete er die Aufgabe der Wissenschaftler ab: Deutung der physikalischen Gesetze der Welt-Maschinerie.

König der klassischen Physik: Isaac Newton

Die Grundlagen der physikalischen Gesetze wurden von Isaac Newton geschaffen.

Die drei großen Abschnitte in seinem Lebenswerk sind die Lichttheorie, die Differentialrechnung und die Lehre über die Massenanziehung (Gravitation). Aus bestimmten Anzeichen ist erkennbar, daß alle drei Ideen bei ihm bereits im Alter von zweiundzwanzig bis vierundzwanzig Jahren entstanden sind, als er sich anläßlich der im Jahre 1665 grassierenden Pestseuche zwei Jahre lang aufs Land zurückzog und seine Zeit voll und ganz dem Meditieren widmete. Die detaillierte Abfassung seiner Thesen veröffentlichte Newton mit einer beträchtlichen Verspätung, und zwar hauptsächlich wegen einer stattlichen Anzahl von Prioritätsstreitigkeiten, womit auch seine gesamten anderen wissenschaftlichen Eröffnungen verbunden waren. Durch die Erfindung des Spiegelteleskops wurde Newton bereits in jungen Jahren ein angesehener Wissenschaftler und Mitglied der Royal Society. Die seinem Einführungsvortrag über seine neue Licht- und Farbentheorie

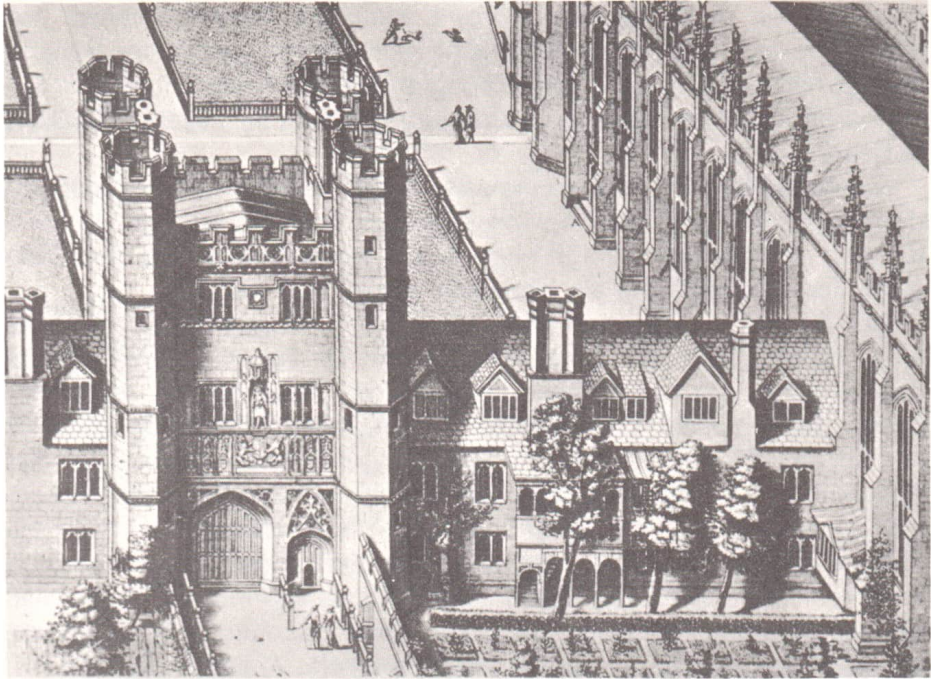
folgenden Diskussionen hatten ihn jedoch derart verärgert, daß er aus der Gesellschaft austreten und sich von der physikalischen Tätigkeit zurückziehen wollte; seine *Optik* konnte er erst mit einer Verspätung von drei Jahrzehnten nach dem Tode von Robert Hooke veröffentlichen, seine „Fluxionsrechnung“ — wie er die Differenzial- und Integralrechnung bezeichnete — mußte Newton vor der Priorität Leibniz' schützen, und die Entdeckung der Schwerkraft (Gravitation) beanspruchte ebenfalls Hooke für sich.

Sein Hauptwerk, die *Principia* — genau: *Philosophiae naturalis principia mathematica*, das heißt Mathematische Prinzipien der Naturlehre —, erschien im Jahre 1687. Die im Titel verwendete Bezeichnung Naturlehre sollte im Grunde genommen Physik bedeuten, denn die Physik beanspruchte im 17. Jahrhundert, für jede Gesetzmäßigkeit der Natur zuständig zu sein.

Die *Principia* gibt mit Hilfe von vier Grundbegriffen und drei Grundprinzipien eine Erklärung über die Dynamik der mechanischen Phänomene. Die Grundbegriffe sind Masse und Kraft, Raum und Zeit. Zu den Grundprinzipien zählt Newton: Trägheit, Kraftwirkung und Wechselwirkung. Hierzu gesellt sich das Gesetz der allgemeinen Massenanziehung (Gravitation), wonach die Anziehungskraft zweier Körper mit der Größe ihrer Massen zunimmt, mit dem Quadrat ihrer Entfernung aber abnimmt.

Es schien so, als ob diese wenigen Grundsätze — einschließlich der dazugehörigen mathematischen Beweisführungen — ausreichen, und zweihundert Jahre lang reichten sie auch aus, um den mechanischen Ablauf des Universums vollständig zu erklären, beginnend beim Fall des Apfels bis zum Dahinjagen der Sterne. Das Wesentliche des mechanischen Weltbildes sind die Universalität und der Determinismus: Das Gesetz ist überall gleich wirksam, und aus der Ursache kann gesetzmäßig auf die Wirkung geschlossen werden.

Es mindert den Verdienst und die Bedeutung Newtons in keiner Weise, wenn wir berücksichtigen, daß — wie bei jeder bedeutenden Entdeckung, Neuerung oder neuen Anschauung — nicht nur das von ihm aufgezeigte mechanische Weltbild, sondern fast jede Einzelheit seiner Feststellungen gewissermaßen in der Luft lag, so daß sie nur noch ausgesprochen zu werden brauchte. Dies zeigen auch die Diskussionen um die Prioritäten auf bestimmten Gebieten, die gerade deshalb geführt wurden, weil in der gleichen Zeit auch andere zu ähnlichen Feststellungen gekommen waren. Den ersten Band der *Principia* reichte Newton bereits ein Jahr vor seinem Erscheinen der Royal



Das Trinity-College in Cambridge, Wirkungsstätte Isaacs Newtons

Society ein, und zwar deshalb, weil ihm bekannt war, daß Halley, Wren und Hooke sich seit Jahren um die Lösung der gleichen Probleme bemühten, ihnen aber die mathematische Lösung vorläufig nicht möglich war. Im Protokollbuch der Royal Society ist zu lesen: „Am 28. April 1686 übergibt Doktor Vincent das Manuskript Newtons über die *Philosophiae naturalis principia mathematica*, das den mathematischen Beweis der Hypothese Kopernikus' in der Form erbringt, wie es Kepler annahm, und in dem er die Gesamtheit der Bewegung am Himmel einzig und allein mit der Hypothese erklärt, daß die Planeten im Quadrat ihrer Entfernung in umgekehrter Proportion in Richtung zum Mittelpunkt der Sonne gravitieren.“ Noch vor einem Menschenalter — im Jahre 1633 — wurde Galilei wegen ähnlicher Gedanken vor das Tribunal der Inquisition zitiert, und nun wetteiferten bereits die Wissenschaftler miteinander, um an der Schaffung eines neuen Weltbildes teilhaben zu können. Wem fiel jetzt noch die Inquisition ein oder auch nur die Tatsache, daß das im Protokollbuch angeführte Werk des Kopernikus erst vor knapp einem halben Jahrhun-

dert auf den Index gesetzt worden war? Die Wissenschaftler der Royal Society hätten es einfach nicht verstanden, wenn ihnen jemand gesagt hätte, daß sie mit der Propagierung des heliozentrischen Systems oder der Galileischen Bewegungsgesetze ihr Leben aufs Spiel setzten.

Newtons Physik — obwohl sie seitens der Fachleute auf einigen Widerstand stieß, weil sie der komplizierten mathematischen Beweisführung nicht sogleich folgen konnten — kann bereits seit dem Zeitpunkt ihrer Entstehung als klassisch bezeichnet werden.

Der Begriff des mechanischen Weltbildes ist seit Newton bereits ein bißchen abgenutzt. Unter mechanisch verstehen wir heute mehr oder weniger etwas Lebloses, etwas „nur“ Maschinelles, Automatisches, Seelenloses: Wir bewerten im Gegensatz dazu die Dynamik höher, obwohl die Dynamik im Grunde genommen nur ein Teil der Mechanik ist. Heute genügt es nicht, wenn jemand die Vollkommenheit — wie auch die Kompliziertheit — mit der Straßburger Uhr vergleichen würde, doch noch im vergangenen Jahrhundert, also zwei Jahrhunderte nach dem Erscheinen der *Principia*, schrieb Helmholtz, daß die Aufgabe der Physik letzten Endes darin gesehen werden müsse, die Naturerscheinungen auf die unabänderliche Anziehungs- und Abstoßkraft zurückzuführen, deren Intensivierung ausschließlich von der Entfernung abhängt. Die vollkommene Lösung dieser Probleme sei gleichbedeutend mit der lückenlosen Erklärung der Natur.

Die Entdeckung des Blutkreislaufs — eine entscheidende Wende in der Biologie

Das 17. Jahrhundert brachte nicht nur in der Philosophie, Astronomie und Physik, sondern auch in der Biologie jene entscheidende Wende, wodurch sich dieser Wissenschaftszweig aus einem mittelalterlichen zu einem neuzeitlichen entwickelte. Dies ist vor allem einer physiologischen Entdeckung und einer technischen Erfindung zu verdanken: der Entdeckung des Blutkreislaufs und der Erfindung des Mikroskops.

Magische Gründe und anatomische Irrtümer verhinderten bisher in gleicher Weise die Erkennung des Blutkreislaufs. Solange man die Arterien für hohl und leer hielt (weil man bei Obduktionen nur in den Venen Blut vorfand), war die Annahme naheliegend, daß es zwei Blut-

bahnen gebe, eine für den „Lebensgeist“ und die andere für das Blut. Es entstanden viele Meinungen über die Bewegungen des Herzens, die Rolle des Blutes und seiner Zirkulation, doch daß es sich um einen Kreislauf handelte, darauf kam man erst viel später. Galenus' Lehre herrschte rund eineinhalb Jahrtausend lang. Galenus glaubte, daß die von der rechten Herzhälfte ausgehende Blutbahn die Nährstoffe im Organismus verteile, die aus der linken Herzhälfte kommende Bahn hingegen für die Verteilung der Luft — für den Teil des „Lebensgeistes“ — zuständig sei. Eine Kommunikation zwischen den beiden Herzhälften komme durch die Poren der Trennwand zustande. Bereits im 16. Jahrhundert wurde dieses Schema hier und da modifiziert. So zogen beispielsweise einige Ärzte das Vorhandensein der Poren in Zweifel, andere beschrieben die Venenklappen, ja sogar den kleinen Blutkreislauf, doch weiter kamen sie nicht.

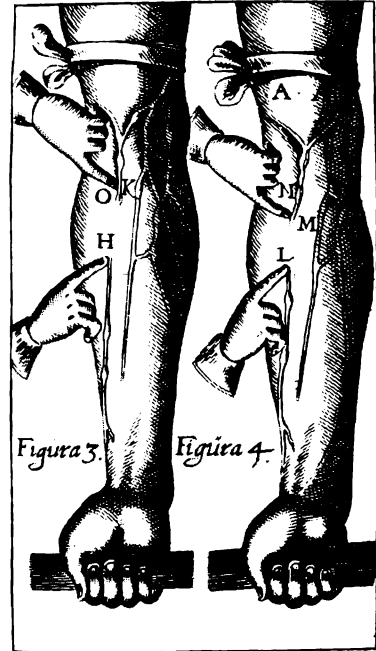
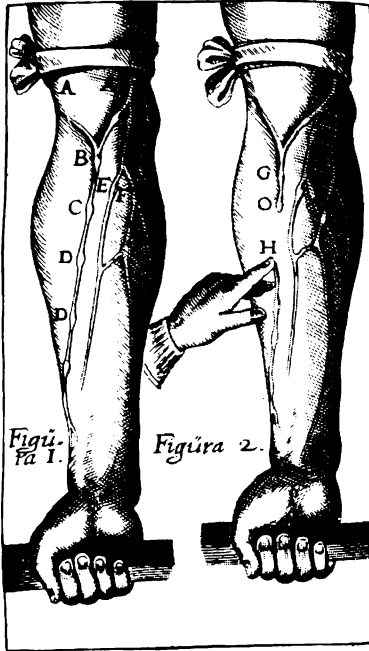
Der Engländer William Harvey war Schüler des Paduaer Fabricius ab Aquapendente, der gerade zu jener Zeit sein Buch über die Funktion der Venenklappen schrieb. Nach London zurückgekehrt, wurde Harvey Krankenhausarzt und Professor der Anatomie. Über seine geheim durchgeführten Experimente berichtete Harvey im Jahre 1616 (im Jahr des ersten Galilei-Prozesses) im Rahmen seiner Vorlesun-



William Harvey, 1578—1657



Titelblatt der Rotterdamer Ausgabe von Harveys
Anatomischer Untersuchung der Herzbewegung und des Blutkreislaufs



Darstellungen zur Beweisführung des Blutkreislaufs aus demselben Buch

gen. Sein Buch über die Bewegung des Herzens und des Blutes (*De motu cordis et sanguinis*) veröffentlichte er im Jahre 1628.

Aus der kleinen Abhandlung geht hervor, daß das Herz ununterbrochen dasselbe Blut während eines zweifachen Kreislaufs in Bewegung hält: Es fördert es in die Lunge, wo das Blut durch den Sauerstoff in der Luft aufgefrischt wird, bringt es zurück ins Herz (kleiner Blutkreislauf), pumpt es dann in den Organismus, der durch das frische Blut ernährt wird, und pumpt schließlich das verbrauchte Blut abermals in das Herz zurück (großer Blutkreislauf), wo dann der Kreislauf von neuem beginnt. Harvey deutete auch an, wie das Herz und die Herzklappen, die Vorhöfe und Herzkammern funktionieren. Hierbei handelt es sich wahrlich um eine einfache Mechanik — sie fügt sich gut in die mechanische Betrachtungsweise dieser Epoche ein.

Harveys Buch ist mehr als die Darstellung einer physiologischen Erkenntnis: Es ist die Ouvertüre der neuzeitlichen Physiologie selbst und gleichzeitig die Abrechnung mit einem aus dem Altertum stam-

menden scholastischen Dogma und die Einführung einer modernen Methode, für die seinerzeit bereits Bacon eintrat, die er jedoch nicht realisieren konnte: Beobachtung, induktive Folgerung und experimentelle Bestätigung. Harvey ging außerordentlich sorgfältig vor, er führte zahlreiche Tierobduktionen durch, verfolgte unmittelbar den Weg des Blutes, verschloß und öffnete die Arterien und Venen, beobachtete das nach dem Verschließen eintretende Anschwellen oder Abflachen, berechnete die Menge des am Kreislauf partizipierenden Blutes und so weiter. Lediglich die Haargefäße hatte er nicht entdeckt, da ihm kein Mikroskop zur Verfügung stand, sonst beschrieb er den Blutkreis einwandfrei.

Seitens der Scholastik gab es verständlicherweise erheblichen Widerstand. Es erschienen zahlreiche Streitschriften, doch Harveys Beweisverfahren waren derart überzeugend, daß die Gegenmeinungen fast von allein verstummten. Er selbst nahm an den Auseinandersetzungen kaum teil, er interessierte sich bereits für ein neues Thema: die Befruchtung. Harvey war bereits ein hochangesehener Hofarzt, dadurch konnte er seine aufschlußreichen Versuche an den Tieren des königlichen Windsorparks durchführen und als Ergebnis feststellen, daß jedes Lebewesen aus einer Eizelle stammt — beziehungsweise, wie er sich ausdrückte, aus dem Ei (*omne vivum ex ovo*), denn die Eizelle war damals noch nicht bekannt.

Unsichtbares wird sichtbar

Harvey hätte zur weiteren Vervollkommnung seiner beiden Entdeckungen ein Mittel benötigt, um das Unsichtbare sichtbar zu machen. Dieses Mittel gab es bereits, doch Harvey kannte es noch nicht. Irgendein Linsenschleifer aus Middelburg — vielleicht war es Zacharias Janzen — kam darauf, daß mit Hilfe in ein Rohr gesetzter bikonvexer und bikonkaver Linsen eine außerordentlich starke Vergrößerung zu erreichen sei. Doch außer ihm fiel dieses Phänomen auch anderen auf. In den ersten Jahrzehnten des Jahrhunderts war das „Flohglas“ als Attraktion auf Jahrmärkten bereits allgemein bekannt: Dem frohgestimmten Publikum wurden zu Riesen vergrößerte Flöhe gezeigt.

Für wissenschaftliche Zwecke wurde das Mikroskop — unseres Wissens — erstmalig von Francesco Stelluti, einem Mitglied der italienischen Luchsakademie, genutzt, der im Jahre 1625 den Aufbau der

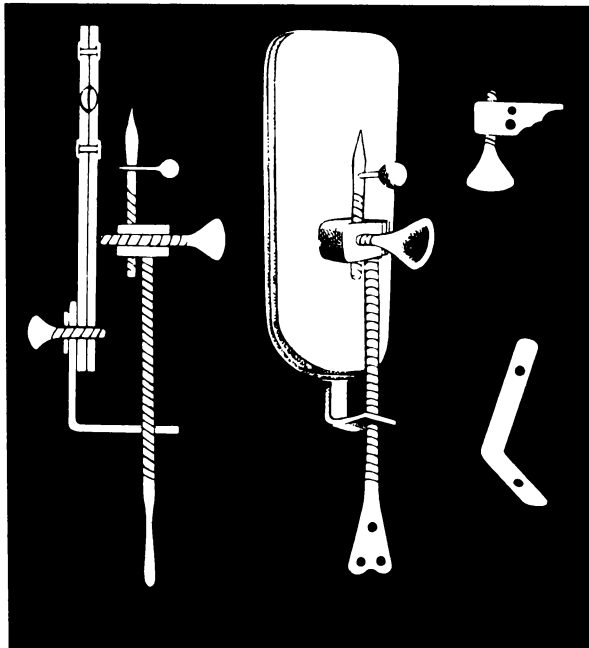


Antony van Leeuwenhoek (1632–1723)

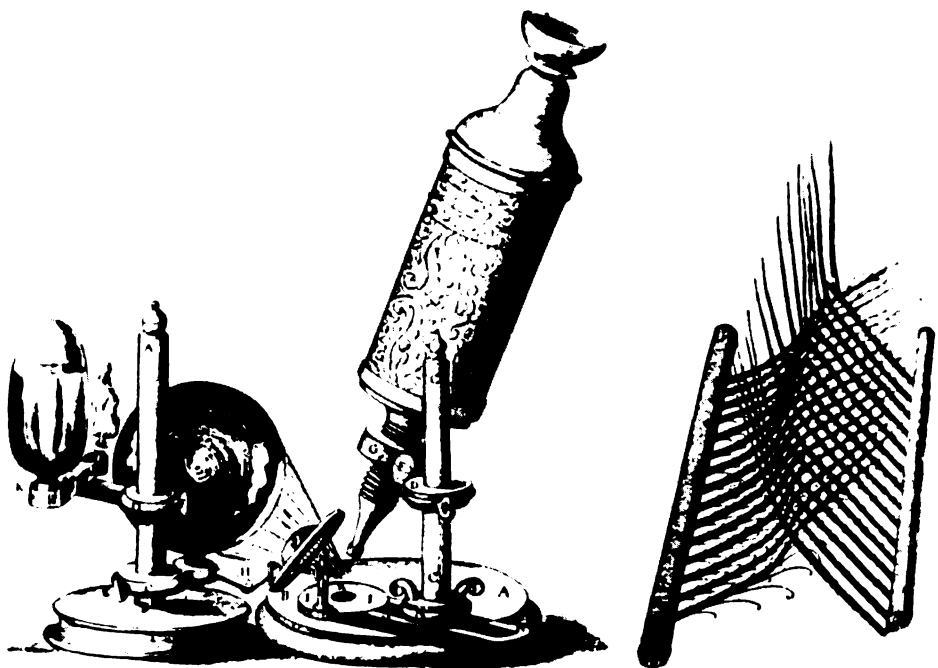
Honigwabe beschrieb. Doch eine systematische mikroskopische Forschung wurde erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts betrieben, als durch Antony van Leeuwenhoek die unsichtbaren Wesen bekannt wurden. Leeuwenhoek war Stoffhändler in Delft, später Pförtner am Stadthaus, er fertigte sich seine Mikroskope zum Zwecke der Zerstreuung an, mit denen er angeblich eine 270fache Vergrößerung erreichen konnte. Dabei untersuchte er ohne jegliche Vorbildung alle Gegenstände, die ihm gerade in die Hände kamen: pflanzliche Teile, Muskelteile, Haut, verschiedene Flüssigkeiten und Ausscheidungen. Die Kunde über die unglaublichen Dinge, die mit seinem Vergrößerungsglas zu sehen waren, verbreitete sich schnell. Reinier de Graaf machte die wissenschaftliche Welt auf Leeuwenhoek aufmerksam. Daraufhin entsandte die skeptische Londoner Royal Society eine Kommission zur Überprüfung der Wahrheit dieser Nachricht. Leeuwenhoek ließ bereitwilligst zu, daß man in sein Mikroskop hineinsah, demonstrierte die krabbelnden „Bestien“ im Wasser und in den Ausscheidungen – die Infusorien, Protozoen, Samenzellen –, die roten Blutkörperchen, Haaräderchen, die Querstreifen der Muskulatur, den Aufbau des Okulars und vieles andere, doch das Geheimnis der Fer-

tigungsweise des Mikroskops zu lüften, dazu war er nicht bereit. Das war freilich auch nicht nötig, ein Vergrößerungsglas konnten auch andere herstellen. Dies wurde auch schnellstens getan, und die mikroskopische Forschung verbreitete sich überall in Europa. Als im Jahre 1695 Leeuwenhoek den ersten Band seines *Arcana naturae* betitelten Buches herausgab — dessen größte Erkenntnis darin bestand, daß *das Leben vom Leben lebt* —, hatte sich das Mikroskop bereits einen festen Platz in der Biologie erobert.

An erster Stelle unter den Wegbereitern steht der vielseitige Robert Hooke, dessen im Jahre 1667 erschienene *Micrographia* zum Grundlagenbuch der Mikrobiologie zählt. Von Hooke stammt die Bezeichnung der Zelle. Etwas früher berichtete der aus Bologna stammende Anatom und Physiologe Marcello Malpighi, den man als Begründer der Gewebelehre bezeichnen kann, bereits über bedeutende Entdeckungen. Im Jahre 1661 entdeckte er die Kapillargefäße, und 1664 beschrieb er die roten Blutkörperchen; damit vervollständigte er die Kenntnisse über den Blutkreislauf. Er stellte fest, daß die Lunge aus einem Bündel von Alveolen besteht. Des weiteren beschrieb er die Nierenfunktion, die nach ihm benannte Schicht der Haut, die Mikromorphologie der Pflanzen, die Anatomie der Insekten



Leeuwenhoek's
Mikroskop
in Vorder-
und Seitenansicht



Mikroskop und mikroskopische Darstellung von Geweben aus Robert Hookes *Micrographia*

und vieles andere. Gegenüber dem zweckmäßigen Dilletantismus Leeuwenhoeks vertrat Malpighi einen systematisch-wissenschaftlichen Standpunkt, wobei er die Struktur des menschlichen, tierischen und pflanzlichen Organismus erfolgreich erforschte.

Kurz erwähnt werden soll auch János Paterson Hain, ein Arzt aus Eperjes in Südostungarn, der mit einem selbstgefertigten Mikroskop die Ursache der Gärung des Weines entdeckte und sich dadurch unter den frühen Bakteriologen einen Namen machte.

Ärzte als Forscher

Nachdem das Mikroskop in das Instrumentarium der Ärzte Aufnahme gefunden hatte, wurde anfangs eher die wissenschaftliche Forschung bereichert als die praktische Medizin. Es gab ungeheuer viel zu ent-

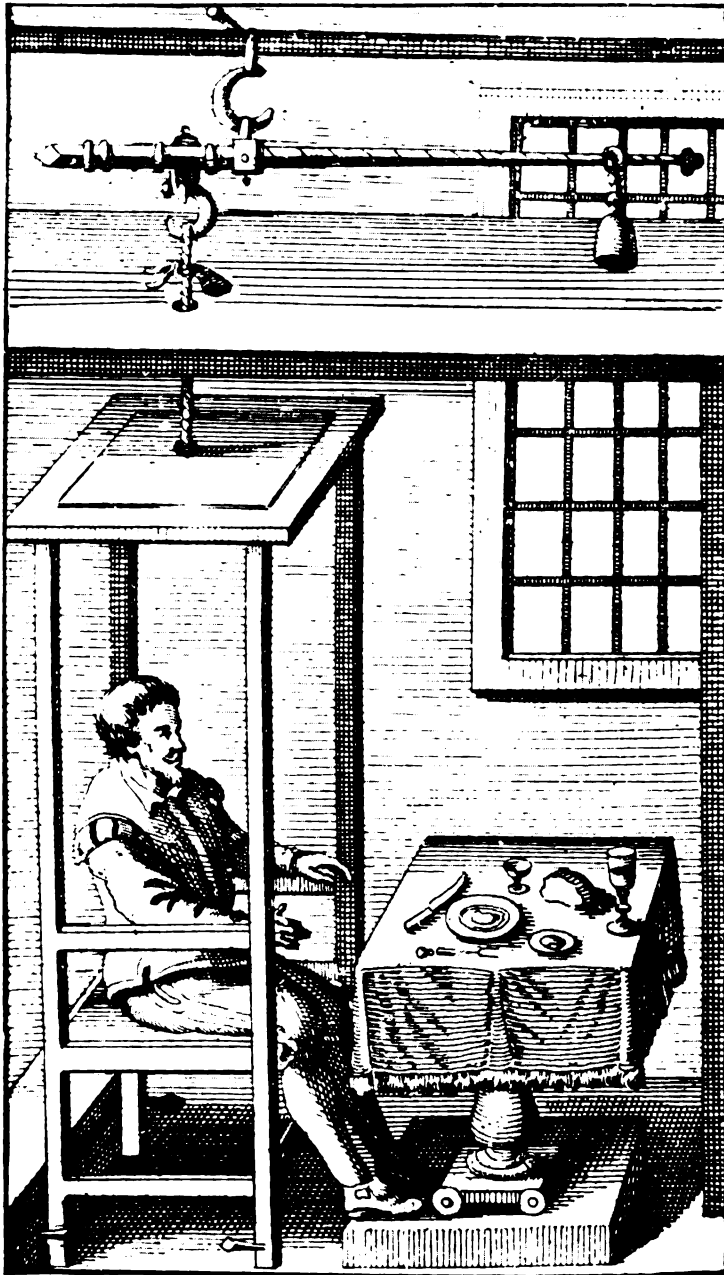
decken, ein unmittelbarer klinischer Nutzen war freilich aus der Erkenntnis über biologische oder histologische Grundelemente nicht zu erwarten. Im wesentlichen schafft jede theoretische Forschung die Voraussetzungen für die spätere praktische Anwendung. Dies gilt in besonderem Maße für die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts, deren grundlegende Forschungen den Kranken des 18. Jahrhunderts zugute kamen. Molière verspottete nicht zufällig die ständig purgierenden und aderlassenden Ärzte: Es waren in seinem Jahrhundert in der Tat die beiden meistangewandten Heilmethoden.

Schrittweise kam man dem Verständnis von Krankheiten näher. Hierbei spielte nicht nur die mikroskopische Forschung eine wichtige Rolle, sondern auch die sich entfaltende Physik und Chemie. Ferner maß man auch den Gesetzen der Mechanik eine gewisse Bedeutung zu, die nicht nur im Universum, sondern auch im gesunden und kranken menschlichen Organismus Anwendung finden sollten. Nicht zuletzt war dies ein Ausdruck des Bemühens, an Stelle der mystischen Deutungen eine natürliche Erklärung zu finden.

So entstand beispielsweise in Italien eine ärztliche Strömung, die als Iatrophysik bezeichnet wird, weil sie mit Nachdruck die Ergebnisse der neuen Physik in die Medizin einführte. Namhafte Vertreter dieser Strömung waren Bellini, Baglivi und insbesondere Borelli, der Astronom, Physiker, Mathematiker und auch Iatromathematiker war: So berechnete er, was das Herz bei jeder Kontraktion zu leisten habe. Außerdem beschäftigte ihn die Physik der Muskelbewegungen. Seine Berechnungen und Messungen erwiesen sich als nicht besonders zuverlässig, doch sie machten den Grundsatz, daß auch die Lebenserscheinungen Naturgesetzen unterworfen und meßbar sind, allgemein bekannt.

Ebenfalls aus Italien stammt die erste Stoffwechsellmessung. Santorio Santorio fertigte eine gewaltige Waage an, in die er sich „einmietete“: Er aß, trank und schlief dort, wog die eingenommenen Speisen und Getränke wie auch das Gewicht der einzelnen Ausscheidungen. Außerdem stellte er ein Thermometer und einen Luftfeuchtigkeitsmesser her. Seinem im Jahre 1614 — also noch vor Harvey — erschienenen Buch gab er den bezeichnenden Titel: *Ars de statica medicina* — Die Kunst der medizinischen Statik.

Der Franzose Claude Perrault veröffentlichte im Jahre 1680 gleichfalls ein charakteristisches Buch: *Méchanique des animaux* — Die Mechanik der Tiere. Perrault, ein im übrigen hervorragender Baumeister (unter anderem ist er der Erbauer der östlichen Säulenhalle des



Santorio Santorio in der Stoffwechselprüfwaage
(Darstellung aus seinem *Ars de statica medicina*, 1614)



Jan Steen: Die Liebeskranke. Ärztlicher Besuch im 17. Jahrhundert

Louvre), behandelte in seinem Buch ausführlich die wurmartige — peristaltische — Darmbewegung, die Tätigkeit der Herzklappen, die Funktion der Sinnesempfindung und des Verstandes, weniger zutref-

fend jedoch das Zusammenziehen der Muskeln, außerdem führte er neuartige physiologische Versuche an Tieren durch. So stellte er fest, daß ein hirnamputierter Hund am Leben bleibt, wenn sein verlängertes Mark (Medulla oblongata) geschont wird.

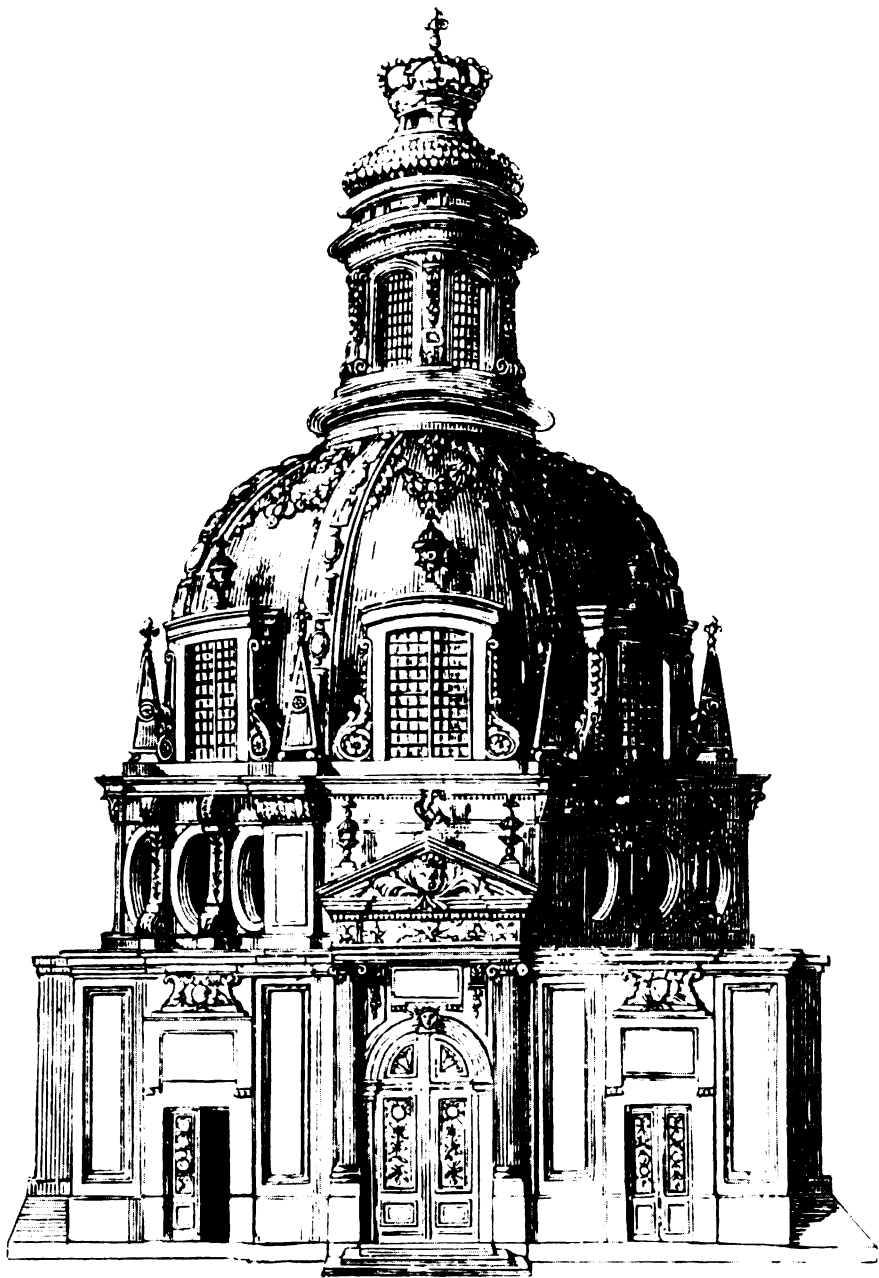
Einer der namhaftesten Vertreter der Iatrochemie ist der Flamen van Helmont, ein mystisch-religiöser Schwärmer und Nachfolger Paracelsus', doch ein bedeutsamer Forscher auf dem Gebiet der Physiologie, der den Verdauungsprozeß erfolgreich untersuchte. Van Helmont erkannte die Bedeutung der Fermentation und führte den Begriff Gas (aus dem Wort Chaos) in die Medizin ein. Mit der Wirkung der Fermente befaßte sich auch der Leydener Sylvius de le Boë. Der Holländer Fredrik Ruysch setzte die Welt dadurch in Erstaunen, daß er Haargefäße mittels farbiger Flüssigkeit konservierte. Reinier de Graaf wies die Rolle des Eierstocks bei der Befruchtung nach (den nach ihm benannten Follikel hielt er irrtümlicherweise für eine Eizelle), Jan Swammerdam stellte eine Metamorphosetheorie auf und bereicherte die Biologie mit vielen kleineren Beobachtungen. Der aus Rom stammende Athanasius Kircher glaubte im Blut die Erreger der ansteckenden Krankheiten gefunden zu haben.



Abraham Bosse: Der Chirurg. Aderlaß im 17. Jahrhundert

Die namhaftesten englischen Ärzte dieser Epoche waren Mitglieder der Königlichen Gesellschaft, der Royal Society, die damals ihre Glanzzeit erlebte. Die meisten Namen sind bei den Ärzten auch heute noch bekannt. So ist beispielsweise die Bindegewebskapsel der Leber nach Francis Glisson benannt, desgleichen die Glissonschnlinge, ein Gerät zur Streckbehandlung bei Wirbelsäulenerkrankungen. Mit seinen physiologischen Untersuchungen war Glisson ein Vorläufer der Irritabilitätstheorie Hallers. Nathanael Highmore ist durch die Entdeckung des Hohlraums im Kieferknochen bekannt geworden, William Cowper durch die nach ihm benannte Drüse und Spritze, Thomas Wharton durch seine Untersuchungen über die Nabelschnur, Richard Lower durch die erste Bluttransfusion, Christopher Wren als Pionier der intravenösen Injektion – obwohl er als Baumeister und Astronom bedeutungsvoller war. An den Namen des vielseitigen Thomas Willis erinnert ein anatomischer Begriff (*Circulus arteriosus Cerebri Willisii*), doch dies deutet nur auf sein Wirken als Anatom hin, obwohl er auch Physiologe, Pharmakologe und daneben praktizierender Arzt, Naturkundler, Astronom und sogar einer der frühen Vertreter der Tierpsychologie war. Ferner beschreibt Willis zahlreiche Krankheiten besonders gründlich: Typhus, Kindbettfieber, Diabetes, Skorbut, Keuchhusten und Hysterie sowie auch die „*tuberculi*“ (Knoten) der Tbc. Eine Monographie über die Tuberkulose selbst ist von Richard Morton ausgearbeitet worden.

Diese Entwicklungsperiode ist vor allem durch eine Überbetonung wissenschaftlicher Gesichtspunkte und die Ausarbeitung großangelegter Theorien gekennzeichnet. Einen gewissen Ausgleich schuf dagegen der Praktizismus von Thomas Sydenham. Sydenham, der „englische Hippokrates“, wurde sehr verehrt, weil er die unmittelbaren Erfahrungen am Krankenbett höher einschätzte als irgendeine Theorie. Er hielt von der heilenden Kraft der Natur mehr als vom ärztlichen Eingreifen. Sydenham stand nicht nur dem Theoretisieren ablehnend gegenüber, sondern auch der Anatomie und Physiologie. Daß trotzdem sein Name als berühmter Arzt erhalten geblieben ist, liegt daran, daß er hervorragende Krankheitsbeschreibungen anfertigte, hauptsächlich über ansteckende Krankheiten und den Veitstanz. Er war außerdem ein berühmter Diagnostiker. In seinen Rezepten hatten modische und wirkungslose Zaubermittel keinen Platz; er verschrieb am liebsten Chinin, Safran und Opium. Daß in der englischen Medizin auch heute noch mit Vorliebe das Prinzip des *wait and see* (warte und beobachte) dem schnellen Eingriff unbedingt vorge-



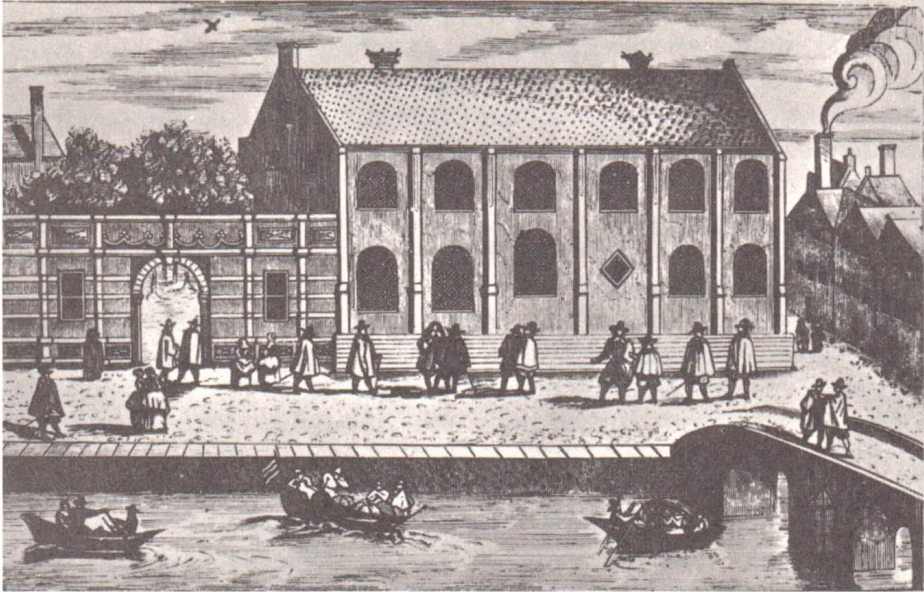
Das Pariser *Teatrum anatomicum*, erbaut im Jahre 1694

zogen wird, ist möglicherweise auf den Einfluß Sydenhams zurückzuführen. Doch während der englische Hippokrates stets die Theorien anderer mißachtete, stellte er selbst eine äußerst komplizierte Theorie über den *Genius* der Krankheiten auf: Er ging hauptsächlich davon aus, daß es sich bei den verschiedenen Arten von auftretenden Seuchen um ein und dieselbe Krankheit handle, diese nur entsprechend der Umgebung und dem Zeitpunkt in andersartiger Form auftrete.

Im deutschen Sprachgebiet fehlte die in anderen Staaten bereits vollzogene politische Vereinigung. Die isolierten Kulturzentren fügten sich deshalb langsamer in das rationale Denken ein, so auch in der Medizin. Allerdings kannte man auch hier schon die Obduktion; sie wurde sogar zum Gegenstand der öffentlichen Zerstreuung gemacht. An den deutschen Fürstenhöfen war es üblich, den Glanz des Feiertages durch die öffentliche Obduktion eines Verbrechers zu vervollkommen. Der Name des Jenaer Chirurgen und Anatomen Rolfinck war damals gleichbedeutend mit dem Zerstückeln von Verbrechern (Rolfincken), obwohl er sonst ein hervorragender Arzt war. So entdeckte er, daß der graue Star die Trübung der Augenlinse verursacht. Unter den Hallenser Rivalen erreichten auf theoretischem Gebiet Georg Ernst Stahl, der den Vitalismus in die Medizin einführte, und Friedrich Hoffmann, ein Befürworter mechanischer Prinzipien, hohes Ansehen. Ihre konfusen Lehren verbreiteten sich erst im darauffolgenden Jahrhundert. An Stahls Namen erinnert die Phlogistontheorie; nach Hoffmann werden die bekannten Beruhigungstropfen benannt. In Dänemark waren die Vertreter des Bartholin-Geschlechtes nicht nur ausgezeichnete Anatomen, sondern auch hervorragende Forscher im Bereich der Botanik. In Holland wurde die Universität zu Leyden durch Hermann Boerhaave berühmt, der nicht nur der angesehenste Arzt seiner Zeit war, sondern auch Professor für Chemie und Botanik, Anhänger Descartes' und Spinozas und Schöpfer einer neuen botanischen Systematik – in erster Linie jedoch Begründer des klinischen Verfahrens und damit Lehrmeister ganz Europas.

Gegen die Urzeugungstheorie

Von Francesco Redi, der Mitglied der bereits erwähnten italienischen Experimentierakademie, ferner Hausarzt des Großherzogs von Toskana, Physiker, Naturforscher und Poet war, stammt das erste be-

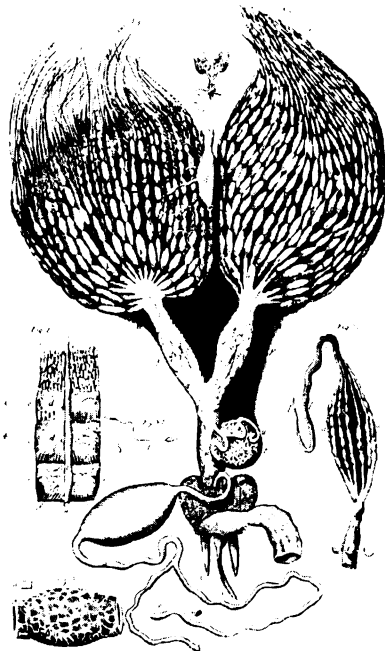


Eingang zur Leydener Universität

deutende biologische Experiment der Neuzeit. Die *Urzeugungstheorie* war seit Aristoteles bis zum vergangenen Jahrhundert anerkannt. Redi war anderer Meinung und versuchte nun, diese Theorie durch Experimente zu widerlegen. Bekanntlich versteht man unter Urzeugung, daß im Staub, Schmutz, Schlamm, Sand, in der Feuchtigkeit, vor allem in der Fäulnis, Würmer „von allein“ entstehen, ja sogar größere Tiere, beispielsweise Aale und Mäuse, im Obst die Maden, im Gedärm die Parasiten und so weiter. Im Grunde genommen entkräftete bereits Harvey mit seiner These, nach der jedes Leben aus der Eizelle stammt, diese törichte Ansicht. Redi beschaffte sich von den verschiedenen Arten des großherzoglich-toskanischen Tierbestandes Fleischstücke, legte sie in Behälter und ließ sie faulen. Der Fäulnisgeruch zog die Insekten zu Tausenden an, die mit ihren Eiern das Fleisch vollkommen durchsetzten, worauf nach kurzer Zeit Maden herauskrochen, scheinbar als Prozeß einer Urzeugung – denn wer den Vorgang nicht genau beobachtete, mußte annehmen, daß sie aus dem Fleisch und nicht aus den Eiern entstanden waren. Doch im Verlauf einer anderen Versuchsreihe verpackte Redi das Fleisch sorgfältig in dichtgewebte Tücher. Dabei ergab sich, daß vom Geruch ange-lockte Insekten nicht an das Fleisch herankamen, ihre Eier also nicht

hineinlegen konnten und so im Fleisch auch kein neues Leben entstand. Er beschrieb sein Experiment im Jahre 1668, später wies er die Eier von Darmwürmern im Darm nach; doch all das half nichts. Die Menschen glaubten weiter an die Urzeugung. Hundert Jahre danach wurden ähnliche Versuche von Spallanzani wiederholt, doch auch ihm wurde nicht geglaubt. Erst zweihundert Jahre später gelang es Pasteur, den altertümlichen Aberglauben aus der Welt zu schaffen, doch selbst er hatte noch Schwierigkeiten zu überwinden. Für Francesco Redi verlief lediglich die Entdeckung des Leberegels erfolgreich. In Anerkennung seiner Verdienste erhielt eines der Entwicklungsstadien des Leberegels die Bezeichnung *Redia*. Seinen Wagemut als Experimentator bewies Redi dadurch, daß er nicht zögerte, Viperngift zu trinken, um zu beweisen, daß Schlangengift nur durch Übertragung in das Blut giftig ist. Redi blieb am Leben.

Zur selben Zeit und mit gleichem Mißerfolg versuchte der Holländer Jan Swammerdam die Urzeugung zu widerlegen. Swammerdam erforschte die Welt der Insekten, bis er schließlich seine wissenschaftliche Leidenschaft gegen religiösen Fanatismus eintauschte. Er war Zeitgenosse Leeuwenhoeks, Malpighis und Hooke und zugleich mit ihnen ein Pionier der mikroskopischen Forschung. Swammerdam



Darstellung
der inneren Organe
der Biene
(aus Jan Swammerdams „Bibel der Natur“)

entdeckte auch — unabhängig von ihnen — die roten Blutkörperchen, die Bewegung der Samenzellen, die Kapillaren, die Lymphgefäße, doch später widmete er seine Aufmerksamkeit ausschließlich den Insekten. Er führte vor allem mikroskopische Untersuchungen von Insekten durch. Was er dabei alles fand, wird in einem ein halbes Jahrhundert nach seinem Tode erschienenen Buch, der *Biblia naturae* — Bibel der Natur —, gezeigt: diese Monographie blieb über ein Jahrhundert hindurch die Bibel der Entomologie (Insektenkunde).

Das Buch enthält viele gründliche Beobachtungen, aber auch eine irrige Theorie, die lange Zeit die Weiterentwicklung der Biologie beeinträchtigte. Die Präformationstheorie ist zwar nicht allein das Werk Swammerdams — die Biologen jener Zeit glaubten allgemein daran —, doch die Metamorphoselehre Swammerdams beeinflusste die Präformation in erheblichem Maße. Einige Insektenarten durchlaufen in ihrem Leben einen Umwandlungsprozeß, so wird beispielsweise aus der Raupe eine Larve, aus der Larve der Schmetterling, was als *Metamorphose* bezeichnet wird. Einiges darüber war bereits früher bekannt (so wurde zum Beispiel die Seidenraupe zu gewerblichen Zwecken gezüchtet), doch daß es sich bei der Raupe und dem Schmetterling um dasselbe Tier handelt, das konnte erst durch die einfallsreichen Experimente von Swammerdam bewiesen werden. Er schnitt den Raupen den kleinen und scheinbar überflüssigen Fortsatz ab, worauf der aus der Puppe schlüpfende Schmetterling verstümmelte Beine hatte. Swammerdam betrachtete die Metamorphose als Beweis der Präformationstheorie, wonach in der kleinsten Eizelle sämtliche späteren Nachfolger enthalten sind, und zwar alle ineinandergesteckt: in der Eizelle ein Nachkomme, in dessen Eizelle der nächste Nachkomme, in dessen Eizelle der nächstfolgende und so weiter bis ins Unendliche. Man nahm dies nicht nur von den Insekten an, sondern von sämtlichen Tieren und auch vom Menschen. Der holländische Biologe Hartsoeker zeichnete sogar ein in der Samenzelle kauernendes Menschlein, den *Homunkulus*, der bereits fertig auf den Augenblick der Zeugung wartet, da er von diesem Augenblick an nichts anderes zu tun hat, als zu wachsen. Die Biologie mußte im nachfolgenden Jahrhundert noch einen erheblichen Kampf durchstehen, bis die Präformationstheorie durch die *Epigenesetheorie* abgelöst wurde.

Ein großes Problem dieser Zeit bestand darin, daß es an einem brauchbaren zoologischen und botanischen System mangelte. Immer neuere Pflanzen- und Tierarten wurden bekannt, und sie ließen sich

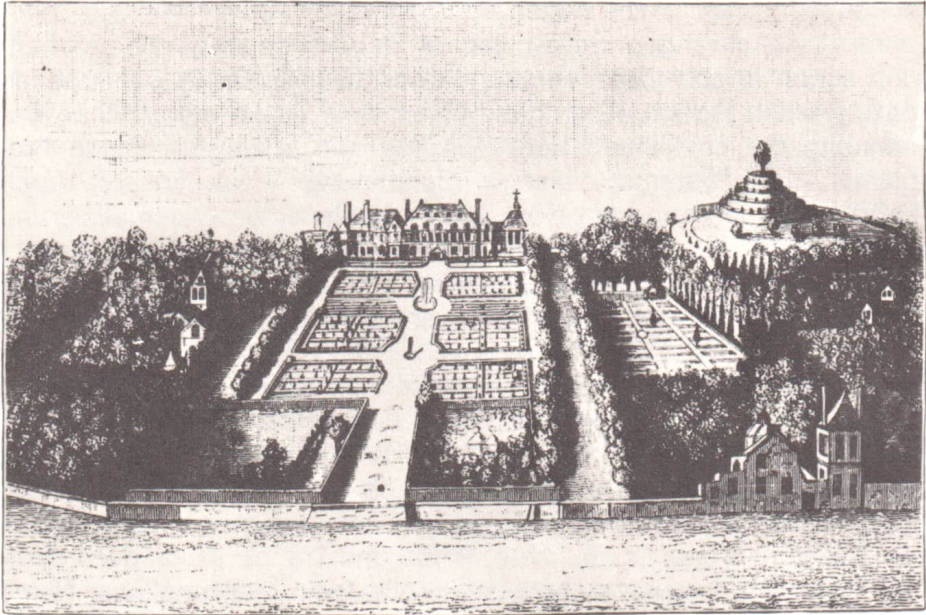


Boerhaave unterrichtet Botanik (zeitgenössischer Stich)

schon nicht mehr in die engen Kategorien von Aristoteles und Theophrast hineinzwängen. Sicher gab es im vorangegangenen Jahrhundert schon verschiedene Versuche einer Klassifizierung. Die Arbeiten dazu wurden jedoch durch das Fehlen einer wissenschaftlichen Benennung der unzähligen Tiere und Pflanzen erschwert. Beide Probleme — die Systematik und die Benennung — wurden erst durch Linné im 18. Jahrhundert gelöst. Die Versuche einer Systematisierung waren im 17. Jahrhundert noch unzureichend, obgleich der bereits erwähnte Hermann Boerhaave eine für die damalige Zeit recht brauchbare botanische Systematik entwickelt hatte. In Deutschland versuchte Joachim Jungius eine vernünftige Einordnung der Pflanzen, obwohl er eigentlich Mathematiker, Sprachgelehrter, Philosoph und Arzt war. Er gründete in Rostock eine wissenschaftliche Gesellschaft zum rationellen Betreiben der Wissenschaften und richtete einen botanischen Garten ein, wo er sich mit der gründlichen Beobachtung der Pflanzen beschäftigte. Von ihm stammen beispielsweise die Bezeichnungen Dolde, Ähre, Rispe und Traube. Auch der Leipziger Botaniker Augustus Quirinus Rivinus (sein ursprünglicher Name war Bachmann) und der Tübinger Arzt Camerarius versuchten sich an einer Eingruppierung der Pflanzen.

Auch der Engländer John Ray beschäftigte sich mit einer Systematik der Pflanzen. Er stellte „vollkommene“ und „unvollkommene“ Hauptgruppen auf; diese unterteilte er wiederum auf der Grundlage des Blütenaufbaus, der Anzahl der Samen und so weiter in Untergruppen. In Frankreich war auf dem Gebiet der Botanik Tournefort die größte Autorität. Er trennte zumindest in befriedigender Weise die Arten und Gattungen voneinander. Bis zum Auftreten Linnés — das heißt bis zur Mitte des folgenden Jahrhunderts — ereignete sich dann in der Tier- und Pflanzenforschung nichts Wesentliches mehr.

Die Naturforscher interessierten sich vielmehr für die Entstehung der Welt beziehungsweise — was damals gleichbedeutend war — der Erde. Daß die sechstägige Schöpfung nach der Bibel nicht als wissenschaftliche Erklärung betrachtet werden kann, war inzwischen jedem klargeworden. Man versuchte *kosmogonische* Erklärungen auszuklügeln, die der Urentstehung einen glaubhaften Anstrich geben sollten. Uns ist bereits die Wirbeltheorie Descartes' bekannt, wonach aus der kreisenden Drehung des Urnebels eine Feuerkugel entstanden sein soll, die von außen mit einer festen Hülle umgeben war. Aus ihr befreiten sich stellenweise das zwischen dem Feuer und der Erdhülle eingeschlossene Wasser und die Luft und drangen an die Ober-



Der Pariser Königl. Botanische Garten im 17. Jahrhundert (zeitgenössischer Stich nach der Titelseite des Buches *Elements de Botanique* – Grundlagen der Botanik – von P. de Tournefort)

fläche. Durch die Einwirkungen der Sonnenstrahlen fiel die Erdhülle an vielen Stellen ein, oder sie türmte sich auf – was dann schließlich zur Bildung der Täler und Berge führte. Eine ähnliche Vorstellung wurde auch von dem Dänen Niels Steensen vertreten (sein bekannterer Name: Nicolaus Steno), der ein hervorragender Anatom und Biologe war und als erster die erdgeschichtliche Bedeutung der geologischen Schichten wie auch den wissenschaftlichen Wert der versteinerten Überreste (Fossilien) erkannte. Steensen zufolge bestand die Welt am Anfang aus kreisenden Nebeln, die sich allmählich in Wasser verwandelten, worauf sich dann die Oberfläche der Kugel zu festigen begann. Die Engländer versuchten eine Übereinstimmung zwischen ihrer wissenschaftlichen Vorstellung und der biblischen Schöpfungsgeschichte herbeizuführen; Thomas Burnet zum Beispiel schreibt in seinem *Die Heilige Theorie der Erde* betitelten Buch, daß am Anfang die Erde flüssig war, später die festen Partikel in der Tiefe einen kompakten Kern bildeten, auf der Oberfläche hingegen sich eine feste Schicht formte, woraus schließlich das Festland entstand; durch die

Sonnenhitze barst die feste Erdkruste, das Wasser drang hervor – und es breitete sich die Sintflut aus. Ähnliche Vorstellungen sind auch bei John Ray zu finden.

Naturrecht, Naturmoral und Naturbekenntnis – die vorherrschenden Anschauungen des 17. Jahrhunderts

In diesem Jahrhundert machte die Philosophie erhebliche Fortschritte. Francis Bacon erhob an Stelle der Vorstellung, der Einbildung die Wirklichkeit, die Erfahrung zum Gegenstand der Philosophie. Descartes hingegen empfand den Zweifel und das Denken als geeignete Methode der Philosophie. Die Physiker legten das mechanistische Weltbild und die heliozentrische Auffassung sozusagen als einen verbindlichen Ausgangspunkt fest. Durch den Einfluß Hobbes' und Spinozas wurde die Natur zur führenden Rolle nicht nur in der Biologie, sondern auch in der Gesellschaftswissenschaft: Naturrecht, Naturmoral und Naturbekenntnis wurden zu führenden Ideen des Zeitalters. Ihre Wurzeln sind bereits zu Beginn des Jahrhunderts in der Rechtsphilosophie von Hugo Grotius, später auch in den Rechts-erörterungen des Deutschen Pufendorf zu finden. Um die Jahrhundertwende hingegen basieren die deistischen Vorstellungen der englischen Freidenker ausschließlich auf der Natürlichkeit, sei es die Harmonie der Natur wie bei Shaftesbury oder Hutcheson oder der menschliche Egoismus wie bei Mandeville, dem neuzeitlichen Machiavelli.

Der berühmte deutsche Philosoph der Jahrhundertwende, der außerordentlich vielseitige und hochbegabte Gottfried Wilhelm Leibniz, hielt die Natur nicht nur für harmonisch, sondern auch für vollkommen und unsere Welt für die vollkommenste unter den möglichen Welten. Nach Leibniz bestand die Welt aus „metaphysischen Punkten“, die er als Monaden (Urbestandteil der Weltsubstanz) bezeichnete. Das Charakteristikum der Monaden: Aktivität, Reflexion und Stofflosigkeit und jede einzelne Monade ein „unendlich bestehender Spiegel“ des Universums, ein verkleinertes Abbild, ein Mikrokosmos. Die Materie, aber auch die lebenden Organismen bestehen demnach aus diesen beseelten und voneinander unabhängigen kleinen Substanzen. Das natürliche Zusammenwirken der voneinander unabhängigen Monaden ist von vornherein nur durch die von Gott bestimmte

und herbeigeführte Harmonie möglich (*harmonia praestabilita*). Demzufolge war bereits zum Zeitpunkt der Welterschaffung in Gottes Vorstellung jedes spätere Geschehen fertig und exakt festgelegt. In der Natur kommt das Gesetz der Kontinuität zur Geltung, das heißt, die ununterbrochene Aktivität der Monaden und ihre Gestaltung ist nur durch einen unaufhörlichen Übergangszustand möglich, in der Natur ist demnach keinerlei Leere oder Diskontinuität vorstellbar.

Die Philosophie des Engländers John Locke beruht auf einer realeren Grundlage, die bereits die große Frage des folgenden Jahrhunderts, das Problem der Erkenntnistheorie, aufgreift — das heißt die einfache, doch wichtige Frage: Wie kommen wir zu unseren Erkenntnissen, und inwieweit sind unsere Erkenntnisse zuverlässig? Lockes Antwort ist eindeutig: Wir beschaffen uns unsere Erkenntnisse auf dem Wege der Sinnesempfindungen. Grundlage und Quelle des Bewußtseins sei das Leben, Inhalt des Bewußtseins die Erfahrung. *Nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu* — nichts ist im Verstand, was vorher nicht bereits empfunden wurde. Mit diesem einfachen sensuell-materialistischen Bekenntnis beginnt das 18. Jahrhundert.

Das Zeitalter der Aufklärung

Im allgemeinen ist es üblich, die Mitte des 18. Jahrhunderts als die Zeit der Aufklärung zu bezeichnen. Beginn und Ende dieser Epoche können aber nicht eindeutig bestimmt werden. Frankreich kam in der Aufklärung eine führende Rolle zu, obwohl die Franzosen selbst keine eindeutige Bezeichnung für diese Epoche haben. Als Beginn wird zumeist das Auftreten Montesquieus und als Ende der Ausbruch der großen Revolution angesehen. Das halbe Jahrhundert in der Zeit zwischen den Jahren 1740 und 1790 ist die charakteristische Zeit der Aufklärung; meinerseits betrachte ich eher die Rückkehr Voltaires aus London und die Veröffentlichung seines Buches über die Philosophie Newtons, also das Jahr 1728, als Beginn und das Jahr 1778, das Todesjahr Voltaires und Rousseaus, hingegen als Abschluß dieser Epoche.

Das ist freilich nebensächlich. Tatsache ist, daß mit der Französischen Revolution ein neues Zeitalter in der Kulturgeschichte Europas – und Amerikas – begann; deshalb behandeln wir die Ereignisse der beiden letzten Jahrzehnte des Jahrhunderts später, obgleich wir hier und da eine Ausnahme machen werden. Das Schwergewicht legen wir auf die Herausstellung des neuen Geistes, wobei das Wirken der einzelnen Wissenschaftler weniger ausführlich behandelt wird als bisher – einfach aus dem Grunde, weil sie so zahlreich sind.

Der Beginn dieses Zeitalters ist auch deshalb als Markstein zu bezeichnen, weil er eine grundlegende Änderung der damaligen Ausdrucksweise herbeiführte. Die Art und Weise des mittelalterlichen Denkens und des Denkens der Renaissance wurde geradezu plötzlich durch das moderne Denken abgelöst. Das wird besonders offensichtlich, wenn wir die Werke der älteren oder der jüngeren Philosophen und Naturwissenschaftler lesen. In Nachschlagewerken, ins moderne Sprachgefüge übersetzt, beeindruckt uns die Aussprüche Giordano Brunos, Galileis, Descartes', Spinozas, Newtons oder Leibniz', aber diese Männer haben nicht in unserer Sprache gesprochen; wir müssen uns auch jeden Augenblick in ihre Zeit und ihre Verhält-

nisse versetzen, sonst verstehen wir ihre Worte nicht. Im Zeitalter der Aufklärung tritt eine grundlegende Veränderung der Sprache und der Denkweise ein, wir finden den Stil vielleicht altmodisch, doch nicht rätselhaft, Condillac und Holbach sind verständlich, als hätten sie gestern geschrieben, ganz abgesehen von Rousseau und Voltaire und Kant — es ist nicht mehr die Welt der Renaissance. Das Zeitalter der Aufklärung gehört bereits zu uns.

Frankreich im Zeichen der Aufklärung

Das 18. Jahrhundert ist in erster Linie das Jahrhundert der Franzosen: das Jahrhundert der französischen Aufklärung, der französischen Enzyklopädie, der Französischen Revolution, des französischen Zeitalters Napoleons. Die Franzosen selbst hatten unter der drückenden Last des Absolutismus der letzten Ludwigs gehörig zu leiden, trotzdem blickte man aus allen Gegenden der Welt auf Paris, als wäre es die Heimstätte des freien Geistes. In Wirklichkeit verhielt es sich auch so, obgleich der freie Geist noch in Käfigen verschlossen war. Freier Geist ohne Freiheit — dieser Widerspruch drückt am besten die Lage der französischen Intelligenz gegen Mitte des Jahrhunderts aus. Die englischen Philosophen waren bedeutend unabhängiger. Die Franzosen waren darüber erstaunt, daß jenseits des Kanals ein jeder über die Kirche, den Staat, die Religion schreiben konnte, was ihm gefiel, kurzum seine Meinung äußern, in „freidenkerischer“ oder deistischer Weise philosophieren konnte und sich vor dem Verfügungsschreiben, mit dem jeder ohne Anklage, Verhör und Verteidigung in den Kerker geworfen werden konnte, nicht zu fürchten brauchte. Der Adlige in England genoß gegenüber dem Bürger und Bauer keinen höheren Schutz vor dem Gesetz; die Steuer belastete alle gleichmäßig, und niemandem drohte die Galeere oder das Rad, weil er nicht Anhänger der Staatsreligion war. England hatte eine derartige Umwälzung, wie sie jetzt von den französischen Philosophen vorbereitet wurde, bereits hinter sich. Es ist deshalb verständlich, wenn das absolutistische Frankreich Ludwigs XV. die Redefreiheit unterdrückte und in Anbetracht einer scheinbaren Gleichheit die gesellschaftliche Ungleichheit, die wirtschaftliche Uneinigkeit und Korruption nicht erkannt wurden — wie auch beispielsweise Swift, Defoe oder Hume von der Freiheit ihrer Heimat nicht so begeistert waren

wie ausländische Betrachter. Die Franzosen waren nicht von außen frei, sondern von innen: Sie befreiten sich von unzähligen Vorurteilen. Das bezog sich zwar nur auf eine kleine Minderheit, doch gerade diese Minderheit wurde zum bestimmenden Faktor des geistigen Lebens in Europa, und zwar in solchem Maße, daß selbst die absolutistischen Herrscher — zum Beispiel der preußische König Friedrich II., die russische Zarin Katharina II. und der österreichisch-ungarische Monarch Joseph II. — sich gern selbst als „aufgeklärte Herrscher“ und Freunde der französischen Enzyklopädisten bezeichneten, obwohl das an ihrem absoluten Machtanspruch nichts änderte.

Die der französischen Aufklärung zugeschriebene geistige Strömung fällt in das mittlere Drittel des Jahrhunderts, als sich die hervorragendsten Geister des Landes um die von Diderot redigierte *Enzyklopädie* scharten. An dem riesigen achtundzwanzigbändigen Lexikon ist zwei Jahrzehnte lang (1751–1772) gearbeitet worden. Dabei mußten viele Schwierigkeiten überwunden werden. Diderot begann seine Arbeit auf Anregung der Freimaurer. Die ersten Bände erschienen mit Billigung des Königs, danach protestierten der Erzbischof von Paris und das Parlament (das oberste Gericht) gegen die Gottlosigkeit und den Materialismus des Werkes. Der König mußte daraufhin die Enzyklopädie verbieten, doch damals war bereits weltweit ein derartiges Interesse für das Werk vorhanden (auch die als aufgeklärt geltende Favoritin des Königs, Marquise de Pompadour, intervenierte beim König), daß das Erscheinen der folgenden Bände stillschweigend zur Kenntnis genommen wurde.

Die Mitarbeiter an der Enzyklopädie waren Schriftsteller, Ökonomen, Mathematiker, vielseitig interessierte und gebildete Laien und Kunstliebhaber. Die Beiträge behandelten in alphabetischer Reihenfolge umfassend Fragen und Probleme des wirtschaftlichen Lebens, des Ackerbaus, der Industrie, des Handwerks, der Technik, Politik, Moral, Religion und Kunst, und zwar in besonders geschickter Weise, wobei unvoreingenommen die gegensätzlichen Meinungen dargelegt wurden, also die offizielle und auch die „ketzerische“ Auffassung — der Leser verstand ohne weiteres, daß es außer dem dogmatischen Standpunkt auch noch andere Meinungen gab, und er erkannte sogar, daß die Verfasser mehr mit den Ketzern und oppositionellen Meinungen sympathisierten als mit den Dogmen des Staates und der Kirche.

Die Enzyklopädie hatte insgesamt 4250 Abonnenten, doch ihr Einfluß wirkte sich nicht nur auf Frankreich, sondern auch auf ganz Eu-



Denis Diderot, 1713–1784

ropa aus, so daß es unmittelbar nach der ersten Auflage zu neuen Ausgaben und Ergänzungsbänden kam. Mit den aufgeklärten Ideen der Enzyklopädie ist die neue Generation von Amsterdam bis Petersburg aufgewachsen – und das trug auch seine Früchte.

Nachträglich sehen wir die Enzyklopädisten als eine homogene Einheit oder, wie sie sich selbst bezeichneten, als Philosophen. Unter dieser Sammelbezeichnung werden die Kämpfer für die Idee der französischen Aufklärung allgemein zusammengefaßt, obwohl von ihrer Homogenität und Einmütigkeit in keiner Weise gesprochen werden kann. Sie standen miteinander ununterbrochen im Streit, die Mitarbeiter ließen Diderot im Stich, und viele der namhaftesten Vertreter der Aufklärung – zum Beispiel Montesquieu oder La Mettrie – gehörten nicht einmal zu den Mitarbeitern der Enzyklopädie. Anfangs redigierten Diderot und d'Alembert das Lexikon, später zog sich d'Alembert zurück, wie auch Voltaire, Rousseau und Helvétius ihre Mitarbeit aufgaben, Buffon schloß sich ihnen von Anfang an nicht an. Auch ideologisch unterschieden sie sich stark voneinander. Vom gläubigen Abbé Morellet über den idealistisch-deistischen Rousseau bis zu dem materialistisch-atheistischen Holbach war jede Strömung vertreten. In



einer Sache waren sie sich jedoch einig: in der Ablehnung des *Übernatürlichen*.

Holbach bezeichnete diesen Standpunkt einfach als *Naturalismus*. Wie wir für die Zeit Newtons von einem mechanischen oder mechanistischen Weltbild sprechen, so kann die Anschauung des Zeitalters der Enzyklopädisten unter dem Begriff eines naturalistischen Weltbildes zusammengefaßt werden.

Das naturalistische Weltbild der französischen Aufklärung

Die Franzosen haben von Newton lange keine Kenntnis genommen; sie waren um einen Schritt zurückgeblieben: Zur Zeit des Erscheinens der *Principia* hatten sie sich gerade mit Descartes ausgesöhnt, wurden auf ihn sogar stolz, und in den ersten Jahrzehnten des Jahrhunderts wollten sie von jenem Engländer, der die Dioptrik ihres Descartes' in Zweifel zog, nichts wissen. Nachdem aber Voltaire ein Jahr notgedrungen in London verbringen mußte (1726, als Newton noch

lebte), war er von den Ideen derart begeistert, daß er dann zu Hause erheblich zu deren Verbreitung beitrug: Er schrieb sogar ein Buch über die Newtonsche Physik — ein lebensnahes und gründliches Buch und in jeder Beziehung viel klarer und viel verständlicher als die „Principia“ selbst. Diesem Umstand ist es zu danken, daß auch die Franzosen die Grundsätze der neuen Physik akzeptierten.

Voltaire war in erster Linie Schriftsteller. Zu seiner Zeit waren seine Versdramen, heute jedoch seine Kurzromane, am populärsten, außerdem seine historischen und kämpferischen gesellschaftskritischen Schriften, insbesondere jene, in denen er für unschuldig zum Tode verurteilte oder bloßgestellte Zeitgenossen eintrat. Seine Worte stellten eine gewaltige Waffe dar, selbst die herrschende Klasse fürchtete sich vor ihm — und Voltaire war so gescheit, daß er in der Nähe von Genf in freiwilligem Exil lebte, wo ihn weder der Staat noch der Arm der Kirche erreichen konnte. Von hier aus schoß er seine geistigen Pfeile ab. In seinen philosophischen und naturwissenschaftlichen Schriften überwiegt mehr der literarische Geist als die philosophische Tiefgründigkeit. In seinen Streitschriften benutzt er den Spott und Witz als wichtigste Waffe, aus jeder seiner Zeilen strömt die Natürlichkeit seines gesunden Menschenverstandes. Er wußte, daß Lächerlichkeit tötet. Er machte deshalb jede Art von übernatürlicher Spekulation lächerlich, sei es in Berkeleys, Malebranches oder Leibniz' Philosophie wie auch in den Dogmen der Kirche oder den Gerichtsurteilen der Parlamente. Noch nie übte ein Schriftsteller einen solch wirkungsvollen ernüchternden Einfluß auf seine Zeit aus wie Voltaire. Und nicht nur auf seine Zeit, sondern auch auf die Folgezeit.

Nur der Einfluß Rousseaus konnte mit dem Voltaires wetteifern. Von seiner vielseitigen Wirksamkeit sei hier nur auf sein Eintreten für eine natürliche Erziehung und auf seine gesellschaftsphilosophische Konzeption hingewiesen: Er war es, der vor den übertriebenen Hoffnungen der Aufklärung warnte (nämlich daß das Wissen im Nu jedes Problem lösen könne), der auf die Gefahren der Zivilisation aufmerksam machte, der als erster die entscheidende geschichtshistorische Rolle des Privateigentums definierte, den Begriff des *Gesellschaftsvertrages* umriß, so daß die Französische Revolution entsprechend diesem Muster die Grundlage der neuen Ordnung zu bilden versuchte. Die wesentlichen Grundideen sind: Der Mensch wird frei und gleich geboren, da ihn aber das Privateigentum seiner Gleichheit und Sicherheit beraubt, verzichtet der Bürger freiwillig auf seine Freiheit im Sinne des Vertrages, der sein Recht schützt und so seine

Gleichheit wiederherstellt. „Durch Gewalt kann kein Recht entstehen. Wir müssen zu jener Gesellschaftsform finden, die durch ihre gemeinsame Macht Person und Eigentum eines jeden ihrer Mitglieder schützt und beschirmt, in der jeder Mensch, obwohl mit dem anderen vereinigt, nur sich selbst zu gehorchen hat und genauso frei bleibt wie vordem.“ Der Vertrag beschränkt somit, sichert aber zugleich die persönliche Freiheit, läßt die führende Herrschaft einer Minderheit gelten, doch nur so lange, solange auch diese den Vertrag einhält beziehungsweise die Minderheit ihre Untertanen nicht ihrer durch den Vertrag gesicherten Freiheiten beraubt. Die eigentlich führende Macht ist der Volkswille.

Bei Rousseau und seinem Naturalismus darf die ihm zugesprochene Devise „Zurück zur Natur“ nicht unerwähnt bleiben. Sie wurde in Wirklichkeit von Rousseau nie verkündet, aber das allgemeine Bewußtsein identifizierte diesen Wahlspruch schließlich doch mit seinem Namen. Rousseau zufolge war der Naturzustand besser als die Zivilisation (denn es herrschte allgemeine Gleichheit), doch zu einer Rückkehr bestünde keine Möglichkeit, die Zivilisation habe die Menschheit verdorben, und dieser Tatsache müsse durch den Gesellschaftsvertrag entgegengewirkt werden. Andererseits jedoch trug Rousseau durch die idyllische Schilderung der natürlichen Lebensweise sowie durch seine schönen Landschaftsbeschreibungen und Berichte über botanische Wanderungen stark dazu bei, daß seine Zeitgenossen sich für die freie Natur interessierten — was bislang nicht üblich war.

Die sich mit den volkswirtschaftlichen Grundlagen der sozialen Gemeinschaft befassenden Enzyklopädisten — hauptsächlich Turgot und Quesnay — waren Anhänger der als Physiokratismus benannten Richtung, die einen organischen Teil des naturalistischen Weltbildes darstellt. Der Grundidee des Physiokratismus zufolge herrschten auch im wirtschaftlichen Leben Naturgesetze, deren Wirken nicht willkürlich beeinflußt werden dürfe. Einzige Quelle des nationalen Wohlstandes sei der Boden, deshalb müsse die Entwicklung der Bauernschaft mit allen Mitteln gefördert, doch auch die Freizügigkeit für Handwerker und Kaufleute gesichert werden — das heißt, die Produktion müsse sich in einer natürlichen Weise entfalten können.

Obwohl unter den Enzyklopädisten Diderot das Attribut „der Philosoph“ erhielt, hat sicherlich mehr seine Persönlichkeit als seine philosophische Konzeption dazu beigetragen, daß er als führender Geist der Epoche angesehen wurde. Diderot war ein neuzeitlicher Polyhi-

stor. Er schrieb vom pikanten Roman bis zur naturwissenschaftlichen Erörterung alles. In seiner geistigen Entwicklung gelangte er stufenweise vom Deismus über den pantheistischen Naturalismus bis zum Materialismus Holbachs. Ein mit ihm vergleichbarer vielseitiger Geist war Jean d'Alembert, in erster Linie Mathematiker, doch es gab kaum einen Kulturbereich, in dem er sich nicht betätigt hätte. In der *Einleitenden Erörterung* zur Enzyklopädie setzt er sich für den ausschließlichen Anspruch der empirischen Wissenschaften ein und lehnt jedwede übernatürliche Auslegung ab.

Unter den Philosophen ist der Abbé Condillac ein origineller Vertreter jenes Sensualismus, dessen frühere Konzipierung wir bereits bei Locke und sogar schon bei Telesio vorfinden. Das Neugeborene verfüge über keinerlei angeborenen Bewußtseinsinhalt, es habe keine Vorstellungen und keine Anschauung und beschaffe sich seine Eindrücke durch die Wahrnehmung; demnach bilde und gestalte sich seine innere Welt durch die Außenwelt. Auf einer ähnlichen Grundlage baut auch Helvétius' Morallehre auf. Im Gegensatz zu Rousseau identifizierte er den natürlichen Zustand mit dem Zustand der Wildheit, der von der Zivilisation bekämpft werden müsse, und zwar dadurch, daß der Eigennutz in den Dienst der Gemeinschaft gestellt wird.



Julien Offray de La Mettrie,
1709–1751

Der konsequenteste Ideologe unter den Philosophen der französischen Aufklärung war Baron Holbach. Als eindeutiger Materialist und Atheist lehnte er jede Ausflucht und Konzession ab. In seinen politischen Broschüren – die er in großer Anzahl und selbstverständlich anonym veröffentlichte – kämpfte er gegen die Volksverdummung. Sein Hauptwerk *System der Natur*, das er im Jahre 1770 unter dem Decknamen Mirabaud herausgab, ist das am überzeugendsten konzipierte naturalistische Weltbild des Jahrhunderts, das unter Ablehnung jeglicher übernatürlicher und wunderhafter Elemente das Natursystem lediglich auf die mechanischen Gesetze und das Gesellschaftssystem auf die Gesetze des gesunden Menschenverstandes begründet: „Wir stellen nur das fest, was wir sehen; wir akzeptieren nur die Evidenz; wenn wir ein System haben, muß dies ausschließlich auf Fakten beruhen. Wir nehmen in uns und überall nichts anderes wahr als Materie, und daraus können wir schließen, daß die Materie selbst zu fühlen und zu denken imstande ist.“ Dieses Buch erreichte eine ungeheure Wirkung, und der Verfasser hatte viel Glück, daß er seine Anonymität bewahren konnte, denn er wäre sonst selbst in den aufgelockerten letzten Jahrzehnten des Absolutismus nicht ungeschoren davongekommen.

Holbachs Materialismus wurde von seinen Zeitgenossen lediglich durch La Mettries Philosophie übertroffen. La Mettries Ideen waren kühner und origineller als die seiner Zeitgenossen. Er hätte es sicher weit gebracht, wenn er nicht so jung gestorben wäre. Seine medizinische Ausbildung (er war ein Schüler Boerhaaves in Leyden) ermöglichte es ihm, die naturalistische Anschauung im Bereich der Biologie und Psychologie anzuwenden: In seinen Büchern *Die Naturgeschichte der Seele* und *Der Mensch eine Maschine* kommt er zu der Schlußfolgerung, daß der menschliche und tierische Organismus eine Maschine ist. Das Nervensystem, ein Organ der Seele, lenke diese selbsttätige Maschine; die Seele könne vom Körper nicht getrennt werden, da sie lediglich eine Funktion der Materie sei.

Mystizismus und Agnostizismus im Zeitalter der Aufklärung

Das naturalistische Weltbild der französischen Aufklärung war nicht so ausschließlich wie das mechanische Weltbild Newtons. In Frankreich selbst bestand weiter parallel zum Materialismus der Geist Va-

ter Malebranches, und in der Schweiz steckten sogar die bedeutendsten Naturforscher — so Charles de Bonnet oder Albrecht von Haller — noch bis zum Hals im Mystizismus, in England jedoch kam Bischof Berkeley zu der Auffassung, daß Existieren soviel bedeute, wie in den Gedanken Gottes zu bestehen, außerhalb des Geistes sei überhaupt nichts möglich: Materie sei nicht vorhanden, auch Dinge gäbe es nicht, es seien nur Vorstellungen, Ideen vorhanden, die in uns den Anschein von Materie und Begebenheiten hervorrufen. Die Welt sei keine reale Wirklichkeit, sondern die Vorstellung Gottes. Naturgesetze seien in Wirklichkeit keine Gesetze der Natur, sondern die Absicht einer geheimnisvollen geistigen Macht, und so sei das Prinzip der Bewegung nicht im beweglichen Körper oder in der Natur zu suchen, sondern in der bewußten Zielstellung der geistigen Kraft. Ideen könnten nicht ihre wechselseitigen Urheber sein, demnach gäbe es keine Kausalität, von der Ursache auf die Wirkung oder von der Wirkung auf die Ursache zu schließen sei nicht möglich, lediglich auf Gott, der Ursache jeder Sache. Verständlicherweise verlören so auch die mechanischen Gesetze ihre Gültigkeit: Durch die ständige Intervention Gottes lenke er die Welt ohne Naturgesetze.

Wie daraus hervorgeht, war auch das mechanische Weltbild nicht ganz so universell, wie ich es vordem angeführt habe. Doch selbst wenn man dabei berücksichtigt, daß der subjektive Idealismus Berkeleys eine außergewöhnliche philosophisch-theologische Konstruktion war, die zu keiner Zeit zahlreiche Anhänger fand, so wurden selbst weniger extreme Denker Opfer dieser ideologischen Inkonsistenz. Zum Beispiel wurde Lockes Assoziationspsychologie besonders wirkungsvoll von David Hartley weiterentwickelt, doch während er dem Wirken der Seele eine vollkommen materialistische Erklärung gab, umgab und verband er die assoziierenden Gesetze mit religiösen Deutungen, dabei hielt er keinen Augenblick inne, gegen den Materialismus zu kämpfen. Noch schärfer ist der Kontrast im Falle Joseph Priestleys, dessen Name durch die Entdeckung des Sauerstoffs bekannt wurde; doch er betätigte sich auch als Psychologe und war hauptsächlich als Moralphilosoph ein leidenschaftlicher Gegner von Holbachs atheistischem Materialismus. In seiner Assoziationspsychologie verkündete er trotzdem die materielle Realität seelischer Erscheinungen und verfocht dabei die Identität des Nervensystems und der Psyche. Seine ideologische Inkonsistenz machte sich in ungewöhnlicher Weise auch in seinem Schicksal bemerkbar: Als Priester und idealistischer Moralphilosoph begrüßte er voller Freude

die Nachricht über die Französische Revolution, worauf man sein Haus demolierte und er sein Leben nur durch Flucht retten konnte.

Ein Freund der französischen Enzyklopädisten, der englische Historiker und Philosoph David Hume, überraschte seine Freunde mit folgender Erklärung: Es sei nicht gewiß, daß morgen die Sonne aufgehe. Diese für den ersten Augenblick grotesk klingende Feststellung birgt eine sehr wesentliche Frage in sich und berührt im Grundsatz Holbachs simplifizierten mechanischen Materialismus. Erinnern wir uns an Holbachs Worte: „Wir stellen nur das fest, was wir sehen; wir akzeptieren nur die Evidenz . . .“ Hume äußerte sich folgendermaßen dazu: „Nun ja . . ., was beweist uns, daß wir wirklich die Evidenz sehen . . .?“ Hume war im Grunde genommen ein kluger Mann, er zweifelte keinen Augenblick daran, daß am folgenden Tag die Sonne aufgeht. Er wollte an diesem extremen Beispiel nur veranschaulichen, daß die Erfahrung allein zur Bestimmung logischer und philosophischer Thesen (mithin Beweisen und Gültigkeiten) nicht geeignet ist, denn daraus, daß etwas immer in einer bestimmten Weise abläuft, ergäbe sich noch nicht die Notwendigkeit und der Beweis, daß es danach auch weiterhin so erfolgen würde. Man könne beispielsweise durchaus ein kosmisches Vorkommnis voraussetzen, wonach die Sonne ihren Standort verändere, ganz abgesehen von der Tatsache, daß unsere Wahrnehmungen nicht unbedingt die Wirklichkeit erfassen (nicht mal im Falle des Sonnenaufgangs, denn in Wirklichkeit gehe ja bekanntlich nicht die Sonne auf; sondern es drehe sich die Erde, und diese „Evidenz“ nähmen wir überhaupt nicht wahr), so daß wir Hume zufolge auf die wahren Ursachen der Dinge verzichten und sogar von einer Erkenntnis der Qualität Abstand nehmen müssen. Wir können nur unsere eigenen subjektiven Empfindungen registrieren und daraus die weiteren Folgerungen ziehen. Dieser Standpunkt wird als *Agnostizismus* bezeichnet, die Lehre von der Unerkennbarkeit der letzten Ursachen, ja selbst der objektiven Realität.

Über die Grenzen der Erkenntnisfähigkeit

Aus der bisherigen Darlegung wird sichtbar, daß die frühere naturphilosophische Anschauung im 18. Jahrhundert immer mehr durch die *Erkenntnistheorie* aus ihrer zentralen Lage verdrängt wurde, die nicht fragt: Was ist? Wie ist die Welt? — sondern: Ist die Welt über-

haupt erkennbar, und, soweit dies zutrifft, ist die subjektive Erkenntnis mit der objektiven Wirklichkeit vereinbar?

Diese nur scheinbar unnötige Frage ist nicht unbegründet, wenn man dabei berücksichtigt, daß wir die gleiche Realität nicht nur subjektiv, sondern auch objektiv auf unterschiedliche Weise einschätzen, ferner, wenn wir die Unsicherheit der Beobachtung und Erfahrung berücksichtigen, die Relativität, die Weiterentwicklung der Dinge, die Grenzen des Denkens, des Erinnerungsvermögens und so weiter. Die exakten Wissenschaften — die Physik, Chemie, Biologie, Mathematik — entfalteten sich bereits im 18. Jahrhundert beträchtlich, ihre einzelnen Bereiche erreichten im 19. Jahrhundert eine stürmische und dann im 20. Jahrhundert eine schwindelerregende Entwicklung, und dieser fortlaufende Prozeß verlangte nach einer Umbewertung der früheren Kenntnisse: Was gestern noch als gültig und anwendbar schien, war heute bereits wertlos. Dabei ist es verständlich, daß bei den Philosophen Überlegungen über die Möglichkeit der Erkenntnis und der Realität auftauchten.

Immanuel Kant befaßte sich im ersten Abschnitt seines Lebens stark mit naturwissenschaftlichen Fragen. 1755 erschien sein Buch *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*. Kant leitete



Immanuel Kant, 1724–1802

darin die Entstehung des Milchstraßensystems einschließlich des Sonnensystems von einem ursprünglichen Nebelgebilde ab. Dieser Nebeltheorie wurde später von Laplace eine wissenschaftlichere Form gegeben. Derzeit nimmt sie unter der Bezeichnung Kant-Laplacesche Theorie eine hervorragende Stellung unter den Kosmogenien ein und zählt annähernd eineinhalb Jahrhunderte zu den akzeptabelsten astronomischen Hypothesen. Dabei handelt es sich um eine rein materialistisch eingestellte Theorie, von einer idealistischen Philosophie ist keine Spur mehr vorhanden. Kants philosophische Schriften hingegen sind im wesentlichen eine Fortsetzung der Philosophie von Leibniz.

Im Jahre 1770 gibt Kant diese Philosophie auf und beginnt sich für die Möglichkeit der Erkenntnis zu interessieren. Unsere Empfindungen, so schrieb er damals, lassen uns die Welt nicht so erkennen, wie sie tatsächlich ist, sondern wie sie uns erscheint, die Erfahrung vermittelt uns an Stelle der realen Welt Erscheinungen, Phänomene, wobei unser Verstand beim Erfassen der Dinge im voraus (*a priori*) über Vorstellungen verfüge. Seine im Jahre 1781 erschienene *Kritik der reinen Vernunft* ist der detaillierte Ausdruck dieses Gedankens. Die Begriffe, die *a priori* in unserem Verstand sind, würden durch die Erfahrung mit Inhalt erfüllt, deshalb sei die objektiv vorhandene Welt für uns nur subjektiv erkennbar. Raum und Zeit seien Formen unserer Betrachtung und nicht Eigenschaften der erkannten Objekte. Wir könnten nur in Raum und Zeit projiziert begreifen und nur innerhalb unserer Vorstellungskategorien.

Neue Impulse für die Naturwissenschaften

Zum Glück ließen sich die Wissenschaftler dieser Epoche in keiner Weise durch den Zweifel der Philosophen, ihre agnostischen Bedenken, stören. Das 18. Jahrhundert war eine außerordentlich schöpferische Epoche für die Mathematik, Physik, Chemie und Biologie. Die Philosophen trugen sogar selbst zur exakten Erforschung der Grundprobleme bei: Die Mathematiker und Physiker gingen von den genialen Einfällen Descartes', Leibniz' und Newtons aus, die Astronomie erhielt ihre Impulse durch die Hypothese Kants, und selbst die mathematischen Ideen des Bischofs Berkeley waren interessanter und wertvoller als seine Philosophie.

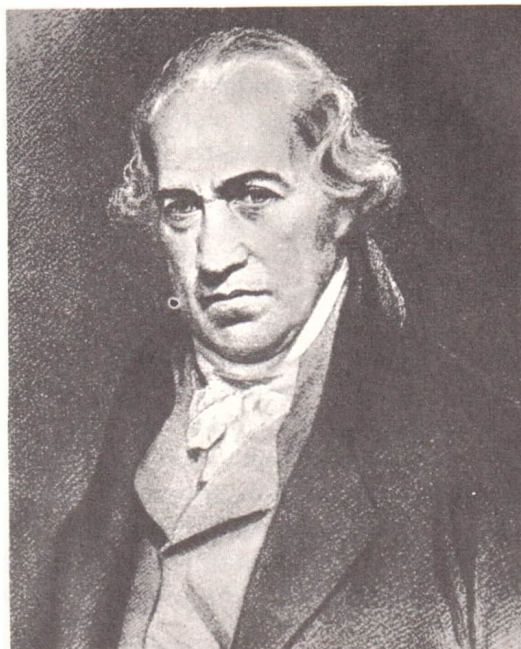
Das wichtigste Problem der Mathematiker war die Differential- und Integralrechnung und als gemeinsame Aufgabe mit den Physikern die Anwendung der mechanischen Gesetze.

Es begann bereits zu Lebzeiten Leibniz' mit der Familie Bernoulli, die unmittelbar von Leibniz die neue Mathematik erlernte, sie in ganz Europa verbreitete – und vor allem an Euler weitergab. Die Bernoullis lebten in Basel, dort lehrte zuerst Jakob an der Universität, später vier Jahrzehnte hindurch Johann, nach ihm Daniel, während der kurzlebige Nicolaus Bernoulli Euler nach St. Petersburg vorauseilte, der mal in Berlin, mal in der jungen russischen Hauptstadt tätig war. Jakob Bernoulli war einer der ersten, der sich mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung befaßte, Johann hingegen widmete sich der Variationsrechnung, Daniel beschäftigte sich hauptsächlich mit der Hydrodynamik und der kinetischen Gastheorie; und mit der neuen Fluxionsrechnung – wie Newton die Differential- und Integralrechnung bezeichnete – beschäftigten sich alle. Leonhard Euler, der für alle Zeiten produktivste – und einer der namhaftesten – Mathematiker, hinterließ 886 Bücher und Traktate, in denen er alle Gebiete der Mathematik behandelte. Am meisten interessierte ihn jedoch die Differential- und Integralrechnung. (Leibniz bezeichnete die Fluxionsrechnung als Differential- und Integralrechnung. Sie ging unter dieser Bezeichnung in den allgemeinen Sprachgebrauch ein.) Euler führte dabei eine bezeichnende Methode ein, die heute noch angewandt wird. Ferner schrieb er Lehrbücher über die Mechanik, die Variationsrechnung, die Hydraulik und Dioptrik, beschäftigte sich mit der Astronomie, der Projektierung von Schiffen, selbst mit Musiktheorie und verfaßte besonders viele mathematische Aufgaben zum Zwecke der Zerstreuung. Im modernen Sinne beginnt die Mathematik erst mit dem Wirken Eulers, ihm gelang die definitive Lösung vieler Probleme.

Einer der hervorragendsten französischen Mathematiker dieser Epoche ist der vielseitig begabte d'Alembert, unter anderem der Initiator des Limesbegriffes und Verfasser des *Traité de dynamique*. D'Alembert befaßte sich mit Hydrodynamik, Aerodynamik, der Wahrscheinlichkeitsrechnung, der Theorie der schwingenden Saiten, den partiellen Differentialgleichungen und vielem anderem. Zum Freundeskreis der Enzyklopädisten gehörten auch viele namhafte Mathematiker, so Maupertuis, der eine Expedition nach Lappland unternahm, um festzustellen, ob der Pol der Erdkugel abgeflacht ist, wie es entsprechend der Lehre Newtons zu erwarten war. In seiner Eigenschaft als Biologe werde ich auf ihn noch zurückkommen. An die-

ser Expedition war auch Clairaut beteiligt; er berichtete danach in einem bedeutenden Buch über seine Erfahrungen und mathematischen Thesen bezüglich des Gleichgewichtes von Flüssigkeiten. La Condamine beteiligte sich an einer anderen Expedition. Er führte Bodennmessungen am Äquator zur genauen Festlegung des Erdumfangs und der Erdmasse durch. Condorcet schrieb über die Integral- und die Wahrscheinlichkeitsrechnung hervorragende Traktate, befaßte sich später mit Soziologie, war Anhänger, später aber Opfer der Revolution und verfaßte in seinem Versteck bedeutende Arbeiten über den Fortschritt des menschlichen Geistes. Der bedeutendste französische Mathematiker, Joseph-Louis Lagrange, überlebte die Revolution und nahm an der Reform des Gewichts- und Maßsystems teil; seine wichtigsten Werke befassen sich mit der Funktionsgleichung und der analytischen Mechanik. Pierre-Simon Laplace gehört bereits mehr zur folgenden Zeitepoche, doch er veröffentlichte noch in den letzten Jahren des Jahrhunderts seine *Mécanique céleste* (Mechanik des Himmels), die nicht nur die berühmte Nebeltheorie enthält, sondern die Erklärung für die gesamte Bewegungsmechanik des Planetensystems.

Die Franzosen diskutierten und schrieben zwar in jener Zeit viel darüber, welchen großen Nutzen die Wissenschaft der Menschheit in Aussicht stelle, von der Nutzenanwendung verstanden jedoch die Engländer mehr. Mitte des 18. Jahrhunderts gab es eine Reihe von Kriegen: den österreichischen Erbfolgekrieg, den schlesischen Feldzug Friedrichs II., den englisch-französisch-spanischen Kolonialkrieg und schließlich den Siebenjährigen Krieg, der ein Gespinnst von Alliierten und Gegenverbündeten zuwege brachte. Und als schließlich 1763 der Krieg beendet wurde, ging lediglich England siegreich daraus hervor: Es kam sozusagen fast ohne Verlust zu einem Weltreich und erstarkte ökonomisch mehr als je zuvor. Jetzt begann das Zeitalter für den industriellen Aufschwung und die großen Kapitalansammlungen. Statt der bisherigen Landwirtschaft dominierte jetzt in England die Stahl-, Kohle- und Baumwollindustrie. Überall wurden Straßen, Kanäle und Brücken gebaut, es erhoben sich Industrieansiedlungen und Fabrikstädte – und damals trug der Mechanismus Newtons reiche Früchte. Kay, einem ungeschulten Webereiarbeiter, gelang es, mit seinem Weberschiffchen die Leistung der Webstühle zu verdoppeln. Hargreaves' Haspel vervielfachte sogar noch dieses Ergebnis. Arkwrights Webmaschine, sein persönliches Durchsetzungsvermögen und sein spezifisches Fabriksystem förderten gleichfalls die



Textilindustrie. Watt entwickelte im Jahre 1769 die erste betriebsfähige Dampfmaschine, und nach einigen Jahren wurden die Gruben- und Industriewerke mit modernen Dampfmaschinen ausgestattet.

Franklin gelang es, die elektrische Natur des Gewitters nachzuweisen, und er erfand den Blitzableiter. Die Forschungen von Gray und Dufay wurden jetzt von Volta, Coulomb und Galvani weitergeführt, die dazu auch die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Elektrizität entdeckten, deren praktische Nutzung allerdings erst dem 19. Jahrhundert vorbehalten blieb. William Herschel hingegen fertigte noch in den siebziger Jahren des 18. Jahrhunderts das erste Spiegelteleskop und später, nach der Entdeckung des Uranus, das Riesenfernrohr an, wodurch die Astronomie eine neue Perspektive erhielt.

In der praktischen Anwendung der wissenschaftlichen Ergebnisse spielte die Entfaltung der Chemie eine außerordentliche Rolle. Obwohl die Phlogistontheorie fast bis zum Ende des Jahrhunderts vorherrschte, beschränkte dies die zahlreichen grundlegenden Entdeckungen in keiner Weise. In der Entwicklung der Industrie war beispielsweise die Verwendung von Kohle und Koks entscheidend, des weiteren die Herstellung von Stahl, Schmiede- und Gußeisen,

was an die Namen von Darby, Huntsman und Réaumur erinnert, oder die fabrikmäßige Herstellung von Rübenzucker, der Marggrafs Entdeckung des Zuckergehaltes der Zuckerrübe vorausgegangen war. Es wurden hintereinander neue Metalle entdeckt: Kobalt, Mangan, Wolfram, Molybdän, Tellur und andere. Der vielleicht bedeutendste Erfolg auf dem Gebiet der Chemie war die Klärung der Luftzusammensetzung, was vier voneinander unabhängig wirkenden Wissenschaftlern zu verdanken ist: Rutherford, Cavendish und Scheele ent-



Antoine-Laurent Lavoisier mit seiner Frau im Arbeitszimmer (Gemälde von David)

deckten um das Jahr 1772 den Stickstoff (Nitrogen), um die gleiche Zeit wurde von Scheele und Priestley auch der Sauerstoff (Oxygenium) entdeckt. Dadurch war die Widerlegung der Phlogistontheorie und die richtige Erklärung für die Verbrennungsvorgänge möglich. Unmittelbar danach, im Jahre 1777, beschrieb Lavoisier die Verbrennung als eine Verbindung mit Oxygenium. Lavoisiers grundlegendes Werk, *Traité élémentaire de chimie*, erschien im Jahre des Ausbruchs der Französischen Revolution, 1789. Damit begann die neue Epoche der Chemie. Lavoisier vertrat die These von der Erhaltung der Materie, die damals gleichsam in der Luft lag. Einige Jahrzehnte davor hatte dies bereits auch Lomonossow öffentlich erklärt, und Holbach hielt es in seiner Naturphilosophie für selbstverständlich.

Die erste umfassende Systematik über die Chemie stammt von dem Schweden Bergman. Im letzten Jahrzehnt des Jahrhunderts wurde von Abbé Haüy die Grundlage zur Kristallehre gelegt, die Vereinigung von Elementen nach bestimmten Gewichtsverhältnissen erkannten in der Chemie Richter und Proust, und mit der chemischen Affinität der Elemente befaßte sich Berthollet. Das neue Jahrhundert begann bereits im Zeichen der Atomtheorie, die im Jahre 1804 von Dalton konzipiert wurde.

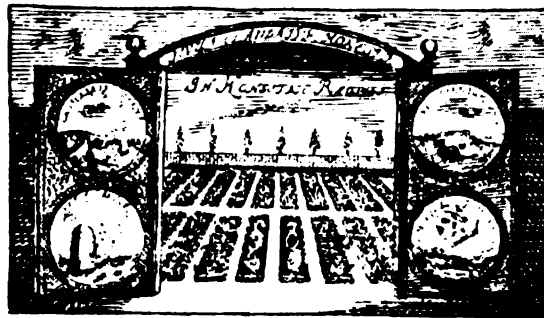
Die Systematik der Natur

Ich habe den Leser bereits vorher darauf aufmerksam gemacht, daß die Naturforscher schon im 17. Jahrhundert bemüht waren, ein künstliches oder natürliches System zu finden, das ihnen eine restlose Einordnung der Tier- und Pflanzenwelt ermöglichte, doch diese Versuche verliefen nicht erfolgreich. Die von Cesalpino, Bauhin, Ray, Tournefort, Rivinus oder Boerhaave erarbeiteten Systeme lösten weder die Aufgabe der Einordnung in sinnvolle Gruppen, noch versetzten sie die Zoologen und Botaniker in die Lage, die Tiere und Pflanzen unmißverständlich zu benennen. Und obwohl im 18. Jahrhundert mehrere Bücher unter der Bezeichnung *Systema naturae* (System der Natur) erschienen, enthielten diese keine Systematik der Lebewesen, sondern die Naturphilosophie ihres Verfassers (zum Beispiel Holbachs bereits erwähntes *System der Natur*).

Das Problem einer Systematisierung der Biologie wurde erst von dem Schweden Carl von Linné im Jahre 1735 gelöst.

CAROLI LINNÆI
Naturæ Curiosorum *Dioscoridis Secundi*
SYSTEMA
NATURÆ

IN QUO
NATURÆ REGNA TRIA,
SECUNDUM
CLASSES, ORDINES, GENERA, SPECIES,
SYSTEMATICE PROPONUNTUR.



Editio Secunda, Auctior.

STOCKHOLMIÆ
Apud GOTTFR. KIESEWETTER.
1740.

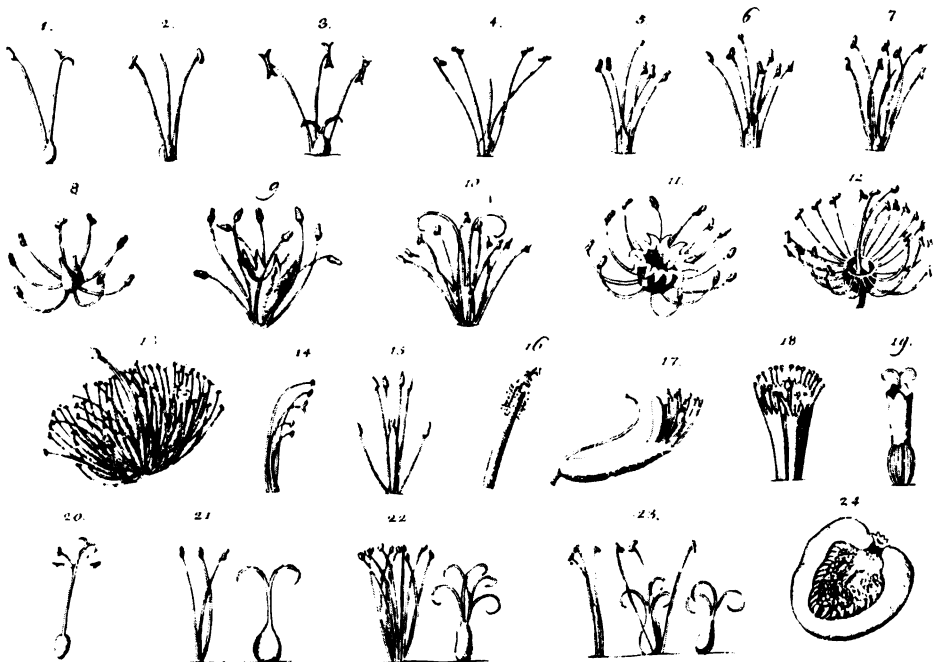


Linné – sein ursprünglicher Name war Linnaeus, den adligen Namen Linné erhielt er erst später vom König in Anerkennung seiner Verdienste – studierte der damaligen Zeit entsprechend in Holland Medizin, wo er Schüler Boerhaaves war. Die erste Ausgabe seines im Jahre 1735 erschienenen Natursystems (*Systema naturae*) bestand lediglich aus einem zehnsseitigen Schema, an dem Linné sein ganzes Leben lang gearbeitet hatte. Die zwölfte Ausgabe (1766) behandelte bereits, in drei umfangreiche Bände getrennt, Tiere, Pflanzen und das Mineralreich. Der darin enthaltene Grundgedanke blieb eigentlich bis zum heutigen Tage unverändert, obwohl sich das Prinzip der Systematisierung in der Biologie seither vom künstlichen System Linnés dem natürlichen System von Lamarck und Darwin zuwandte.

Der Grundgedanke Linnés besteht in folgendem: Untergliederung des Tierreichs, Pflanzenreichs und der Mineralien in gut voneinander abgrenzbare *Klassen*, innerhalb der Klassen werden *Ordnungen* unterschieden, die Ordnungen in *Familien* aufgeteilt, und innerhalb der Familien gibt es genau abgegrenzte Einheiten, die *Gattungen*. Innerhalb der Gattungen werden noch Untergattungen, Arten, Varianten und Abarten unterschieden. Die Stellung des Individuums wird somit

genau durch die Einfügung in das *Gattungs-*, *Familien-*, *Ordnungs-* und *Klassensystem* bestimmt.

Wie einfach diese Systematisierung auch aussehen mag, ihre Durchführung ist schwierig, außerdem ist sie auch nicht eindeutig. Denn worin soll das entscheidende Kriterium für die einzelnen Gruppen bestehen? In der Botanik gelang es Linné, ein Kriterium zu finden, wonach er einheitliche Gesichtspunkte für das gesamte Pflanzenreich anwenden konnte: die Eigenart und die Entwicklung der geschlechtlichen Organe. Er unterschied vierundzwanzig Klassen entsprechend dem Charakter der Staubgefäße und unterteilte die Klassen entsprechend in weitere Ordnungen auf der Grundlage des Standes der Blütenstempel. Im Tierreich jedoch kann eine Eingruppierung auf der Grundlage der Geschlechtsorgane nicht durchgeführt werden. Die so geschaffenen *künstlichen* Gruppen sind zwar in der botanischen und zoologischen Praxis anwendbar und geeignet, denn sie erleichtern das Zurechtfinden, doch da ihre Beziehungen nicht von



Die vierundzwanzig Klassen des Linnéschen botanischen Systems entsprechend den Staubgefäßen

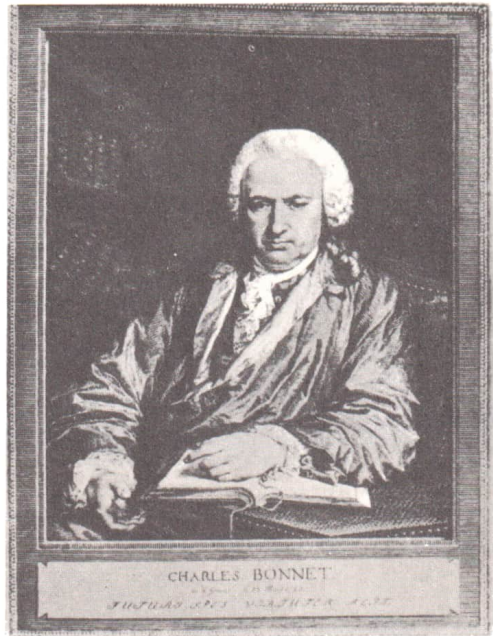
der Natur bestimmt werden, sondern von der menschlichen Willkür, bleiben sie immer vage. Darüber war sich Linné auch im klaren; er hielt darum ein *natürliches* System für ein erstrebenswertes Ideal, nur ein Kriterium dafür – die Idee der Abstammungslehre – war damals noch nicht bekannt.

Linnés zweite bedeutende Neuordnung war die *binäre Nomenklatur*, die er im Jahre 1752 in seinem *Species Plantarum* betitelten Buch einführte. Das Wesentliche dabei ist, daß er jedem Tier und jeder Pflanze zwei Namen gibt: Der eine bezeichnet die Gattung, der andere die Art. Der wissenschaftliche Name der Hauskatze ist zum Beispiel *Felis domestica*, der der Wildkatze *Felis silvestris*.

Linné vertrat das Prinzip der *Beständigkeit* der Gattungen, beziehungsweise er lehrte, daß es so viele Gattungen gebe, wie vom unendlichen Schöpfer am Anfang erschaffen worden sind. In Anlehnung an die Worte der biblischen Schöpfungsgeschichte bedeutet dies: Gott hat die Welt innerhalb von sechs Tagen erschaffen, demnach waren die heute lebenden Gattungen plötzlich vorhanden, eine Veränderung ist seither nicht eingetreten. Die Dogmen des Fixismus oder Kreationismus standen im Grunde genommen bereits zu Linnés Zeiten auf wackligen Füßen. In seinen letzten Jahren spürte auch er ihre Unhaltbarkeit, doch die Entwicklungstheorie konnte erst im folgenden Jahrhundert den Sieg über den Fixismus erringen.

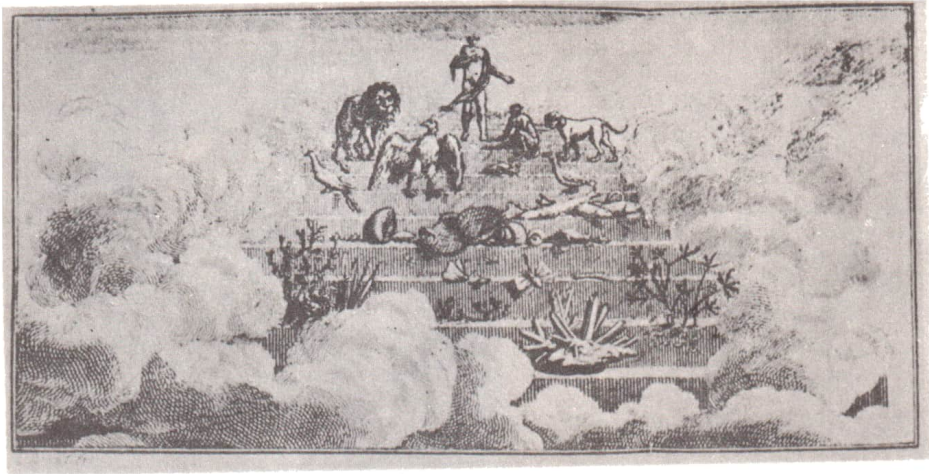
Stufenleiter der Lebewesen

Linnés künstliches System verbreitete sich in Windeseile, obgleich ihm die Fachleute nicht einmütig Beifall zollten. Graf Buffon beispielsweise, der die volkstümlichste naturgeschichtliche Arbeit jener Zeit schrieb – seit dem Jahre 1749 veröffentlichte er jährlich einen Band seiner allgemeinen und speziellen Naturkunde –, akzeptierte nicht das System Linnés und vertrat unermüdlich die Idee von der Artenentwicklung. Er verwarf die sechstausendjährige biblische Schöpfungsgeschichte und legte sie statt dessen auf genau 74 832 Jahre früher fest, und zwar auf den Augenblick, als die Erde durch einen Kometen von der Sonne getrennt wurde. Buffon kann nicht zu den gründlichen Naturgelehrten gezählt werden, doch durch seine geistreichen Vorstellungen und seinen glänzenden Stil gelang es ihm, die naturwissenschaftliche Interessiertheit seiner Mitmenschen erheblich zu steigern.



Gegenteilig verhielt sich Bernard de Jussieu, der Direktor des Botanischen Gartens in Trianon. Er entdeckte im Verlauf seiner botanischen Tätigkeit das natürliche Pflanzensystem, die Zusammengehörigkeit der Pflanzen entsprechend ihrer Abstammung, doch da er seine Versuche nicht schriftlich festhielt, geriet diese bemerkenswerte Erkenntnis bald in Vergessenheit.

Von der Mitte des Jahrhunderts an beschäftigte die grüne Hydra – der Süßwasserpolyt – lebhaft die Phantasie der Biologen: ein mit dem bloßen Auge kaum wahrnehmbares Tierchen; man konnte lange keine Entscheidung treffen, ob es sich um eine Pflanze oder ein Tier handle, das sich durch Knospung vermehrt, mit aktiven Bewegungen den Platz wechselt, das auch zerstückelt weiterlebt, wobei aus den abgetrennten Stücken sich sogar selbständige Polypen bilden. In diesem merkwürdigen Lebewesen glaubte man den Übergang zwischen dem Tier- und Pflanzenreich gefunden zu haben, deshalb widmete man sich mit großem Eifer seiner Untersuchung. Der Entdecker des Süßwasserpolypten war Leeuwenhoek. Doch damals geriet das Tierchen in Vergessenheit und wurde erst von dem Schweizer Biologen Trembley im Jahre 1744 wieder entdeckt. Danach äußerten sich der Deutsche Rösel, der Schweizer Réaumur, der Italiener Spallanzani,



Die Stufenleiter der Lebewesen; symbolische Darstellung aus Charles de Bonnets „Meditation über die Natur“, 1764

der Franzose La Mettrie und jeder einigermaßen namhafte Biologe oder Naturphilosoph zu diesem Phänomen, selbst Voltaire. Als die diesbezüglich bedeutendste Arbeit ist die des Genfers Charles de Bonnet zu bezeichnen, der ein hervorragender Biologe war (unter anderem entdeckte er die Parthenogenese, die Jungfernzeugung im Insektenreich), andererseits aber ein konfuser Philosoph und leidenschaftlicher Gegner der Pariser Enzyklopädisten. Zum größten Teil ist die Lieblingstheorie dieser Epoche – die als *Stufenleiter der Lebewesen* bezeichnet wird – auf ihn zurückzuführen. Demnach setzt sich die Welt aus einer Verkettung organischer und anorganischer, seeleloser und beseelter Wesen zusammen, auf deren allerhöchster Stufe nicht der Mensch, sondern mannigfaltige Engelscharen stehen.

Die Stufenleitertheorie reicht bis zur Kontinuitätslehre von Leibniz zurück. Die Thesen von Leibniz beruhen auf folgender Grundlage: In der Natur gibt es keinen Sprung. Vielmehr verbinden „Mittelgeschöpfe“ die einzelnen Gruppen miteinander, so – wie Bonnet sagt – die „Quallen (Polypen) die Pflanzen und die Tiere, die fliegenden Eichhörnchen die Vögel mit den vierbeinigen Tieren, die fliegenden Fische die Vögel mit den Fischen . . .“ In der Naivität dieser biologischen *Horror-vacui*-Idee ist auch Bezauberndes vorhanden, und zwar daß die Koralle als ein zwischen der organischen und der anorganischen Welt vorhandenes „Mittelgeschöpf“ angesehen wird, die

„ängstliche Fühlpflanze“, das heißt die Mimose, auf der höchsten Stufe der Pflanzen steht und in der Reihe der Tiere nach den Vierbeinern der Affe, der Mensch und dann die Engel folgen. Gegenüber den starren Grenzen Linnés führte diese Kontinuität und Übergangsform und vor allem die Stufenfolge schrittweise von den niedrigeren Ordnungen zum Menschen. Ferner wurde davon ausgegangen, daß sich die Welt in einer ständigen Entwicklung befindet — all dies war zweifellos eine modernere Anschauung als der Fixismus Linnés, obwohl die Begründung kaum weniger mysteriös-religiös ist. Und wenn wir Charles de Bonnets Philosophie von ihrer Hülle befreien, finden wir in ihren Grundzügen die gleiche mechanische Erklärung wie in der materialistischen Philosophie La Mettries: Er baute seine Stufenleiter mittels eines Mechanismus ohne Einwirkung von Wundern auf.

Das zentrale Problem der Biologie dieser Epoche war die *Präformation*, das heißt die Lehre über die im Keim enthaltenen fertigen Nachkommen. Bonnet war begeisterter Anhänger dieser Theorie, von ihm stammt die Bezeichnung „emboîtement“ (Einschachtelung), wonach im Keim des Individuums sein Nachkomme und in dessen Keim der nächstfolgende Nachkomme und so fort bis ins Endlose vorhanden sei, ähnlich einer Schachtel, in der sich eine kleinere, in dieser eine noch kleinere und so weiter eine immer kleinere Schachtel befindet. Wie grotesk und absurd diese Hypothese auch zu sein scheint, ihre biologische Seite ist doch nicht so naiv, wie allgemein vielleicht angenommen werden könnte: Bonnets Meinung nach soll nämlich die *Préformation organique* nicht so verstanden werden, daß im Keim der fertige Nachkomme in kleiner Form vorhanden sei, sondern nur die Elemente oder Komponenten des Nachkommen, denen eine entscheidende Rolle bei der Bildung und Formung des Nachkommen zukommt. Wenn wir diese Komponenten als *Chromosomen* oder *Gene* bezeichnen, sind wir von der modernen Genetik gar nicht mehr so weit entfernt.

Der erste Opponent der Präformationslehre war Maupertuis, der französische Vorsitzende der Berliner Akademie, Favorit Friedrichs II. und eine der Zielscheiben Voltaires. Die Präformisten setzten sich um diese Zeit damit auseinander, ob in der mütterlichen oder väterlichen Geschlechtszelle die Nachkommen verschachtelt seien. (Den *Ovalisten* standen die *Animalkulisten* gegenüber.) In seinem im Jahre 1745 erschienenen Buch *Venus Physique* weist Maupertuis mit wissenschaftlicher Gründlichkeit nach, daß an der Vererbung beide Elternteile gleichermaßen teilhaben. Heute will es niemand mehr glauben,

daß diese offensichtliche Tatsache eines Beweises bedurfte, doch seit Aristoteles bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts wurde keine Notiz davon genommen, daß das Kind sowohl dem Vater als auch der Mutter gleicht und folglich von beiden Seiten etwas erbt. Maupertuis bewies seine These zuerst mit der genetischen Analyse an einem Negeralbino und später an einer Familie, in der sechs Finger auftraten. Maupertuis widerlegte somit das Prinzip der Präformation und gab gleichzeitig seine Vererbungshypothese bekannt: In den männlichen und weiblichen Geschlechtszellen seien gleicherweise winzig kleine Teilchen enthalten, die für das Zustandekommen einzelner Körperteile des Nachkommen bestimmend sind, und zwar indem sie sich gewissermaßen an ihren früheren Zustand zurückerinnern – deshalb ähnele das Kind den Eltern. Er stellte somit nicht nur die Präformation in Abrede, sondern schuf damit die erste wissenschaftliche genetische Konzeption; in den weiteren Auseinandersetzungen wies er sogar auf die Möglichkeit der Artenentwicklung hin: Unter Einwirkung äußerer Bedingungen könnten die Elemente der Geschlechtszellen eine Umbildung erfahren, in deren Auswirkungen neue Arten entstehen.

Als Überwinder der präformistischen Idee wird im allgemeinen irrtümlicherweise Caspar Friedrich Wolff genannt. Wolffs Buch, die *Theoria generationis*, erschien im Jahre 1759, folglich ein Jahrzehnt nach dem Buch Maupertuis', und die in ihm aufgestellte Epigenesistheorie ist in keiner Weise fortschrittlicher als die Schachtellehre. Wolff wurde später ein hervorragender Anatom und Embryologe, der mit Recht als Vorläufer Baers bei der Erforschung der Entwicklung des Individuums (Ontogenese) bezeichnet werden kann. So stammt beispielsweise die Annahme über das Vorhandensein von drei Keimblättern von ihm; außerdem entwickelte er eine Generationstheorie zur Widerlegung der mechanistischen Anschauung. Eine Erklärung für das Entwicklungsprinzip glaubte er im Vitalismus gefunden zu haben.

So grotesk die Präformationslehre auch sein mag, es handelte sich immerhin um eine *materialistische* Erklärung, wohingegen Wolffs These besagt, daß in der Keimzelle anorganische Bläschen und Kügelchen bestünden, die vom *Lebensgeist* in organische Teile verwandelt würden; der Lebensgeist gelange bei der Befruchtung in die Keimzelle und beseele sozusagen die bisher tote Materie.

Wolffs Epigenese wurde von der Nachwelt überbewertet, von seinen Zeitgenossen jedoch nicht ernst genommen. Die Präformisten



Albrecht von Haller, 1708–1777

wandten sich geschlossen gegen ihn. Bonnet, Haller, Spallanzani und die übrigen stellten die Idee der nachträglichen Entwicklung mit einer heftigen Leidenschaft in Abrede, so daß Wolff, des Streites überdrüssig, einer Einladung nach Petersburg folgte und dort zurückgezogen seine bedeutenden embryologischen Untersuchungen weiterführte.

Wolffs heftigster Gegner war der Schweizer Polyhistor Albrecht von Haller, von dem die Devise *Nulla est epigenesis* (es gibt keine nachträgliche Entwicklung) stammt. Er errechnete mit großem Eifer, daß im Eierstock der biblischen Eva rund zweihundert Millionen Eizellen enthalten waren — was gewiß nicht ausgereicht hätte, um alle zukünftigen Bewohner der Erde dort im präformierten Zustand aufzubewahren, zumal damals noch der Graafsche Follikel als Eizelle angesehen wurde.

Haller war ein Wunderkind, ein Sprachgenie, Dichter und Dramatiker, Arzt, Anatom, Physiologe, Botaniker und außerdem Diplomat und Pionier des Alpinismus. Sein bedeutendstes Werk ist die *Irritabilitätstheorie*. Damit wurden die Weichen zur physiologischen Erforschung des Nervensystems gestellt. Haller führte entsprechende physiologische Versuche durch. Schließlich jedoch, auf dem Gipfel seines Ruhmes, verfiel er wegen seiner Tierversuche in Selbstanklage, enthielt

sich jeder wissenschaftlichen Betätigung und starb zurückgezogen als einfacher Beamter. Die acht Bände seiner *Elementa Physiologiae* (1757–1766) galten für ein Jahrhundert als Leitfaden für die Physiologie.

Die zweite Säule der Präformationstheorie, Abbé Lazzaro Spallanzani, steht in der Vielseitigkeit seines Wirkens Haller nicht nach. Er verkörperte die Reinkarnation des längst untergegangenen italienischen Renaissancegeistes, war Priester, Philosoph, Professor für Metaphysik und Griechisch, experimentierender Biologe, Ahnherr der Bakteriologen, Forschungsreisender, Verfasser farbiger Reisebeschreibungen, Meteorologe, Geograph, rastloser Abenteurer und unbezwingbarer Wortfechter. Am bemerkenswertesten war seine biologische Ansicht über die Unhaltbarkeit der Urzeugung, die bekanntlich bereits vor genau hundert Jahren von Francesco Redi widerlegt worden war. Doch auch Spallanzani fand mit seinen überzeugenden Versuchen keinen Widerhall: Der Aberglaube überlebte noch weitere hundert Jahre, und erst nach dem dritten Anlauf gelang es Pasteur, ihn zu zerschlagen. Damals versuchte der Engländer Needham mit seinen Experimenten zu beweisen, daß mikroskopische Lebewesen „von allein“ entstehen. Buffon propagierte begeistert Needhams Versuchsergebnisse und bekräftigte damit die Ansicht, daß die Natur voller „organischer Teilchen“ sei, woraus infolge der Einwirkung einer belebenden Macht spontan Lebewesen entstehen. Spallanzani bekämpfte diese törichte Ansicht, wiederholte Needhams Versuche und bewies, daß es keine belebende Macht gebe, die Versuche müßten nur sorgfältiger durchgeführt werden. Needham verwendete zu seinen Versuchen Glaskolben mit Korkverschlüssen und erhitzte das darin enthaltene Fleisch. Dabei stellte er fest, daß – obwohl durch die Erhitzung jedes Lebewesen hätte zugrunde gehen müssen – im Kolben trotzdem mikroskopische Lebewesen zu finden waren. Folglich – so nahm er an – entstanden sie von allein beziehungsweise durch die belebende Macht. Spallanzani verlötete an Stelle der Korkstopfen den Verschuß, und so konnten natürlicherweise in dem Versuchskolben keinerlei „Tierchen“ entstehen. Needhams Antwort darauf war, daß Spallanzani durch das intensive Kochen die „lebenspendende Kraft“ vernichtet habe. Spallanzani ließ deshalb das gekochte Fleisch an freier Luft stehen, worauf sich dann erneut Mikroben zeigten. Der leidenschaftlich geführte Meinungsstreit beider Priester entfachte in ganz Europa eine gewaltige Auseinandersetzung.

Spallanzani wurde später Professor der Universität zu Pavia, wo er

interessante Experimente durchführte und hauptsächlich die Regenerierungsfähigkeit der Organe, die künstliche Befruchtung, den Orientierungssinn der Fledermäuse, den Blutkreislauf der Kaltblüter und vieles andere untersuchte. Er erhob das Experiment zur wichtigsten Methode der Biologie.

Nach Linné wurde der bedeutsamste Schritt in der Botanik von Koelreuter getan, der im Jahre 1761 über seine neuartigen Kreuzungsversuche berichtete, wodurch er Begründer des wissenschaftlichen Gartenbaus wurde, gleichzeitig aber als erster wissenschaftlich die Haltlosigkeit der Präformation nachwies: Da durch Kreuzungen intermediäre Zwischenarten — das heißt neue Varianten — entstehen, könnten offensichtlich die Nachkommen keinesfalls im präformierten Zustand in der Keimzelle des Vorgängers enthalten sein. Im selben Jahr berichtete Antoine Nicolas Duchesne, ein Gärtner im Park von Versailles, über eine neue Erdbeersorte, die sozusagen vor seinen Augen entstanden war; das war die erste beobachtete Mutation in der Geschichte der Wissenschaft.

Bonnets Stufenleitertheorie wurde in der Botanik von dem Franzosen Adanson weiterentwickelt: Seiner Ansicht zufolge gibt es überhaupt keine Arten, nur Einzelexemplare, die mehr oder weniger voneinander abweichen. In Fällen eines verhältnismäßig großen Sprunges zwischen den einzelnen Formen seien entweder die gemeinsamen Formen noch nicht bekannt oder bereits ausgestorben. Selbst Buffon liebäugelte mit dem Gedanken, daß es sich bei den einzelnen Arten um eine menschliche Erfindung handle und die Wirklichkeit nur Einzelwesen kenne.

Einer der weitsichtigsten Biologen dieser Epoche war Peter Simon Pallas: Zoologe, Botaniker, Geologe und Paläontologe, Leiter wissenschaftlicher Expeditionen, Ethnograph, sogar Sprachwissenschaftler. Im Verlauf seiner Expedition nach Sibirien beschrieb Pallas viele neue Tierarten; er beförderte die Reste ausgestorbener Riesensäugetiere an die Erdoberfläche. Er war wie jeder Geologe der damaligen Zeit Anhänger der Katastrophentheorie und sah in den aufgefundenen Mammutkadavern der Eiswüsten die Zeugnisse der letzten Katastrophe. Als Biologe beschäftigte er sich mit Tierpflanzen (zoophyta), wodurch er zu der Überzeugung gelangte, daß die Arten aus einer gemeinsamen Urform stammen. Er griff als erster die Idee des Stammbaumes auf, die später Haeckel so populär machte.

Trotz seiner deutschen Abstammung kann Pallas zu den russischen Naturforschern gezählt werden, da er an der Petersburger

Akademie tätig war und mehr als vierzig Jahren in Rußland verbrachte. Durch sein internationales Ansehen wurde er zum Leitbild der russischen wissenschaftlichen Aufklärung, deren Initiator Lomonossow war. Dieser hervorragende Polyhistor des 18. Jahrhunderts überragt in seiner Vielseitigkeit und Findigkeit selbst die Universalwissenschaftler der Renaissance. Für sein literarisches, philosophisches und sprachwissenschaftliches Wirken wurde Lomonossow mit dem Epitheton „Vater der russischen Literatur“ geehrt. In seinen historischen Arbeiten erforschte er den Ursprung des russischen Volkes, in seinen geologischen Untersuchungen warf er den Gedanken der Evolution der Erdkruste auf, in seinen erdkundlichen Arbeiten befaßte er sich mit einem über die Nordsee führenden Übergang, als Astronom entdeckte er die Atmosphäre der Venus, als Physiker hat er ein System der Korpuskularphilosophie ausgearbeitet, als Chemiker mehrere tausend bedeutende Experimente durchgeführt (hauptsächlich zur Herstellung von farbigem Mosaikglas), und unter seiner Leitung entstand das erste russische Chemielaboratorium. In der mit Euler geführten Korrespondenz unterstrich er das Prinzip der Erhaltung von Materie und Energie. Als Biologe und Naturphilosoph stand er auf der Grundlage des Entwicklungsprinzips, beschrieb die auf der Erdoberfläche ablaufenden Veränderungen und schloß daraus, daß der Glaube an die Unveränderlichkeit der Erde ein religiöses Vorurteil sei, gegen das die fortschrittliche Wissenschaft kämpfen müsse. In der Dissertation eines seiner Schüler treten erste Gedanken einer Konzeption für eine Abstammungslehre und des Prinzips einer stufenweisen Vervollkommnung auf.

Mit dem Wirken des von der französischen Philosophie beeinflussten russischen materialistischen Philosophen Raditschew wurde die höchste Entwicklungsstufe der Stufenleitertheorie erreicht. Raditschew wurde wegen eines Buches, in dem er für die Befreiung der unterdrückten Leibeigenen seine Stimme erhob, von Katharina II. nach Sibirien verbannt. Hier schrieb er sein Werk über den Menschen, über seine Sterblichkeit und Unsterblichkeit; später beging er Selbstmord. In seiner fortschrittlichen *Stufenleitertheorie* wird nicht von Engeln gesprochen, weder von der Präformation noch von der vitalen lebenspendenden Kraft. Seiner Ansicht nach stammen die Lebewesen von einem gemeinsamen Vorfahren ab. Er unterteilte die leblose und belebte Welt in Entwicklungsstufen und erkannte die Konstruktionsverwandtschaft zwischen niedrig- und höherentwickelten Arten. Die herausragende Eigenart des Menschen führt er auf

den aufrechten Gang, auf die unbegrenzten Möglichkeiten seiner befreiten Hand und auf die Sprachentwicklung zurück. Darüber hinaus analysierte Raditschew die psychologischen Phänomene auf physiologischer Grundlage; er hielt das Gefühl für eine Eigenschaft der Nerven und behandelte den Verstand, die Erinnerung und das Denken als eine Funktion des Gehirns.

Ähnliche Gedanken sind bei dem Franzosen Robinet zu finden, allerdings mit dem Unterschied, daß sie stark unter dem Einfluß seiner vitalistischen Philosophie stehen. Das Wesen des Vitalismus besteht darin, daß für ihn die Materie von einer unbestimmbaren ursprünglichen „Lebenskraft“ beseelt wird. Robinet zufolge lebt jede Materie; selbst die Erde, die Sonne und die Sterne seien Lebewesen. Das Leben schreite auf dem Wege der progressiven Vervollkommnung fort, das höchste Ziel der Entwicklung sei der Mensch und jedes andere Wesen ein irgendwo auf dem Weg zur Menschwerdung steckengebliebener Versuch. Das gestaffelte Ordnungssystem sei auf den Geist zurückzuführen, der beim Polypen beginne, immer mehr Boden gewinne und schließlich im Moralverhalten des Menschen Vollkommenheit erreiche.

Boerhaaves Schüler

Die Medizinwissenschaft der Aufklärungszeit war nicht in jeder Beziehung aufgeklärt. Sie enthielt noch viel Aberglauben und bewahrte außerdem zahlreiche Irrlehren; doch im großen Aufbruch nach vorn war sie bestrebt, das naturgebundene Denken der aufgeklärten Philosophen in der Medizin anzuwenden.

An erster Stelle ist der Leydener Hermann Boerhaave anzuführen, von dem wir in seiner Eigenschaft als Chemiker und Botaniker bereits berichtet haben. Ihm ist die Einführung der klinischen Beobachtung in die Medizin zu verdanken. Unter klinischer Beobachtung ist zu verstehen, daß die Krankheit nicht spekulativ, sondern am Krankenbett beurteilt wird. Auch heute noch ist die Klinik die zuständige Institution für medizinische Ausbildung und Forschung. Boerhaave gab zu Beginn des 18. Jahrhunderts den Anstoß hierzu. Darüber hinaus lehrte er am Krankenbett, führte die Temperaturmessung und die Anwendung von Lupen ein, legte großen Wert auf die Aufnahme einer genauen Krankheitsvorgeschichte (Anamnese), eine sorgfältige physikalische Untersuchung und schrieb die regelmäßige Prüfung des

P R A X I S
M E D I C A,

SIVE COMMENTARIUM
IN APHORISMOS
HERMANNI BOERHAAVE

*De cognoscendis & curandis
Morbis.*

P A R S Q U A R T A.

Editio tertia, aucta, & accuratissima.



L O N D I N I,

Sumtibus Societatis.
M. DCC. XXXVIII.

Pulsus sowie die Untersuchung der Exkremente des Kranken vor. Boerhaave standen insgesamt zwölf Betten zur Verfügung. An diesen zwölf Betten vermittelte er den Ärzten Europas moderne ärztliche Betreuung und Einstellung. Haller bezeichnete ihn als den Lehrmeister ganz Europas – und zu Recht: Seine Schüler verbreiteten den neuen Geist in allen Hauptstädten.

Eine eigene bedeutende medizinische Entdeckung oder Theorie ist Boerhaave nicht zuzuschreiben. Er stand unter dem Einfluß Descartes' und Spinozas, deren Philosophie er als verbindliches Pflichtfach vorschrieb, und war der mechanistischen Anschauung zugeneigt. Seine chemischen und botanischen Kenntnisse verwertete er bei der Herausgabe seines im Jahre 1708 veröffentlichten physiologischen Hauptwerkes, der *Institutiones medicae*, das wie auch seine *Praxis medica* noch nach hundert Jahren als Lehrbuch der Ärzte galt. Boerhaave schätzte die Praxis mehr als die Theorie. Seine Devise war: Einfachheit ist das Zeichen für Wahrheit. Boerhaave bevorzugte einfache Mittel bei der Heilung: Diät, Bäder, Spaziergänge, Abreibungen und einige bewährte Medikamente, die die natürliche Heilwirkung der Natur unterstützen sollten.

Der Ärzteschule in Edinburgh gehörten bereits früher einige namhafte Vertreter an, so Robert Sibbald, einer der Begründer des Könighchen Ärztekollegiums, der sich hauptsächlich mit Heilpflanzen beschäftigte und aus diesem Grunde den Botanischen Garten in Edinburgh gründete, oder Archibald Pitcairne, der Begründer des Anatomischen Institutes, der kurze Zeit in Leyden lehrte und nicht Schüler, sondern Lehrer Boerhaaves war. Doch ihre wirkliche Geltung kann die Schule dem Geschlecht der Monros verdanken. Alexander Monro I. studierte in Leyden bei Boerhaave. Außer der Popularisierung des klinischen Geistes wurde er durch seine osteologischen und vergleichend anatomischen Arbeiten bekannt. Seinen Lehrstuhl übernahm sein Sohn Alexander Monro II. Dieser befaßte sich vor allem mit der Anatomie und der Gewebelehre des Nervensystems. Zu seiner Zeit strömten die Medizinstudenten aus allen Gegenden der Welt nach Edinburgh. Seine Arbeit und Lehrtätigkeit wurden wiederum von seinem Sohn Alexander Monro III. weitergeführt. Demgemäß wurde die englische Ärzteausbildung in der Zeit von 1720 bis 1846 von dieser bedeutenden Ärztefamilie wesentlich beeinflusst. Der Einfluß des Ansehens der Monros war in der Ausbildung schließlich so groß, daß die gleichfalls begabte Familie Bell ihren Wirkungsbereich nach London verlegen mußte. Benjamin Bell führte Modernisierungen in der Chirur-

gie ein und unternahm Versuche mit schmerzlosen operativen Eingriffen; John Bell war der erste Meister der topographischen Anatomie, Charles Bell hingegen, dessen Wirken bereits ins nächste Jahrhundert hineinreicht, ist der Erforscher der Nervenbahnen und einer der Begründer der modernen Neurologie.

Zu den englischen Schülern Boerhaaves gehörten auch John Huxham, der die Fieberkrankheiten voneinander unterschied, oder der Edinburgher Robert Whytt, der Versuche zur Auflösung von Blasensteinen durchführte, unter der Bezeichnung „Sympathia“ die Nervenreflexe untersuchte und die tuberkulöse Gehirnhautentzündung bei Kindern beschrieb. John Fothergill führte sorgfältige Beobachtungen über die lokalen Symptome der Diphtherie durch, und anlässlich einer Seuche rettete er das Leben vieler Kinder, indem er gegen den damals üblichen Aderlaß auftrat; des weiteren beschrieb er die Trigeminusneuralgie und führte zahlreiche neue Heilpflanzen in die therapeutische Praxis ein.

Einer der fähigsten Schüler Boerhaaves war Gerard van Swieten, der Begründer der ersten Ärzteschule in Wien. Maria Theresia berief im Jahre 1745 van Swieten als Hofarzt und beauftragte ihn mit der Reorganisation der Hochschulausbildung. Obwohl van Swietens Reform die Autonomie der Hochschule stark einschränkte und den Unterricht den Befugnissen des Ministeriums unterordnete, wirkten sich diese Maßnahmen äußerst vorteilhaft aus. Seine eigene wissenschaftliche Tätigkeit ist unbedeutend, um so größer jedoch seine Bedeutung als Organisator. Er verstand es, hervorragende Experten um sich zu sammeln und die Wiener Universität vorübergehend zu einer der besten Ärzteschulen in Europa zu machen. Seine Arbeit wurde von dem weniger begabten Anton de Haën fortgesetzt, der gleichfalls den Leydener klinischen Geist vertrat, doch viel unbeweglicher als sein Vorgänger war. Die bedeutendsten Vertreter der Wiener Schule entfalten ihre Wirksamkeit erst im folgenden Jahrhundert, so daß ihre Aufzählung nicht hierher gehört, lediglich Leopold Auenbrugger verdient eine Erwähnung: Er fand nämlich im Jahre 1761 die Methode der Perkussion; doch weil er damit allgemeines Mißfallen erregte und Gelächter hervorrief, nahm er von der Propagierung Abstand.

Der Einfluß Boerhaaves wurde unmittelbar auch in Ungarn wirksam, zumal die Organisation der Medizinischen Fakultät der Pester Universität auf Veranlassung von de Haën im Geiste van Swietens nach dem Wiener Muster erfolgte.

Vom Animismus zur pathologischen Anatomie

Im Abschnitt „Ärzte als Forscher“ war bereits von Georg Ernst Stahl die Rede, der in die Chemie die Phlogistontheorie eingeführt hatte, das heißt, er nahm an, daß bei jeder Verbrennung eines Stoffes eine als Phlogiston bezeichnete Materie frei wird. Lavoisier widerlegte diese irrige Theorie und erschloß damit gegen Ende des Jahrhunderts den Weg für die moderne Chemie. Stahl vertrat außerdem noch eine weitere falsche Hypothese, den *Animismus*, der in der Entwicklung der Medizin eine ähnliche Rolle spielte wie die Phlogistontheorie in der Chemie.

Die Idee des Animismus entstand als Gegensatz zum Mechanismus und bedeutet im wesentlichen, daß die physische Funktion des Organismus unter der Lenkung des Geistes stehe, demzufolge die Krankheit eine Abwehr des Geistes gegen die krankheitsverursachenden Faktoren sei; die Heilung hingegen müsse darin bestehen, daß sie den Geist der einzelnen Organe oder Körperteile in der Bekämpfung der schädlichen Einwirkungen stärke. Nicht das Fieber oder die Blutung sei zu bekämpfen (die übrigens der Reinigung des Geistes dienten), sondern die „Plethora“, das heißt die krankhafte Blutfülle, die eine Beeinträchtigung der Organe verursache. Im Sinne des Animismus sind Anatomie und Physiologie überflüssige Studienfächer, Opium und Chinin unnütze Medikamente. Entscheidend sei, den Geist des Organismus zu kennen und diesen zu heilen.

Diese dem Vitalismus nahestehende Theorie begann Stahl im Jahre 1694 an der Universität zu Halle — die zu jener Zeit die Hochburg des Pietismus war — zu lehren und publizierte sie im Jahre 1707 in seinem Buch *Theoria medica vera*. Zur gleichen Zeit hatte den zweiten medizinischen Lehrstuhl der Universität Friedrich Hoffmann inne; er lehrte Physik, Chemie, Anatomie, Chirurgie und allgemeine Medizin — das heißt all das, was von Stahl abgelehnt wurde. Hoffmann war Anhänger der mechanistischen Anschauung, seine Devise lautete: Erfahrung und nüchterner Verstand. Wenn auch seine theoretischen Darlegungen nicht viel verständlicher als Stahls Spekulationen waren, so kam er wenigstens in seinem Bestreben den fortschrittlichen Ansichten des Aufklärungszeitalters näher.

Der Einfluß des Stahlschen Animismus war nicht nur im deutschen Sprachgebiet beträchtlich, sondern auch in Frankreich, vor allem an der Universität von Montpellier. Montpellier war seit Ende des 13. Jahrhunderts der besondere Stolz der französischen Mediziner-

schule. Die dort ausgebildeten Ärzte waren durch ihre praktische und klinische Anschauung geprägt — um so erstaunlicher, daß im 18. Jahrhundert gerade hier die *vitalistische* Anschauung erstarkte. Hier wurde die Lehre Stahls gewissermaßen als Reaktion auf die mechanistischen Anschauungen vom Arzt und Botaniker Sauvages eingeführt; von ihm stammt übrigens der erste großangelegte Versuch einer Systematisierung der Krankheiten, indem er, ähnlich wie Linné in seinem botanischen System, die einzelnen Krankheitsarten einzugruppieren versuchte. Die vitalistische Idee wurde aus Montpellier von Bordeu, einem Freund der Enzyklopädisten, in Paris eingeführt. Bordeu ging davon aus, daß jedes Organ ein selbständiges Leben und eine eigene „Natur“ habe, deren falsche Funktion die Krankheiten verursache und nicht eine etwaige anatomisch-physiologische oder physikalisch-chemische Veränderung. Er hielt die Sekretionsfähigkeit der Drüsen in hohem Maße für wichtig; deshalb wird er mit einiger Übertreibung als Vorfahre der Endokrinologen angesehen.

Als Stütze des Vitalismus diene die auch heute noch anerkannte Feststellung, daß ein starker Wille hilft, die Krankheit zu überwinden, und daß zwischen Körper und Geist eine Wechselwirkung besteht. Der Vitalismus des 18. Jahrhunderts „parzellierte“ gewissermaßen den Geist: Er schrieb den einzelnen Körperteilen und Organen einen besonderen Geist oder eine eigene Lebenskraft zu, später — im 19. Jahrhundert — sogar den Stoffen und Zellen. Anfangs war diese Theorie ausdrücklich gegen die Mechanik (Anatomie und Physiologie) gerichtet, dann jedoch änderte sich die Anschauung. Die hervorragendsten französischen Ärzte der Jahrhundertwende, zum Beispiel Pinel, Vicq-d'Azyr und Bichat waren Vitalisten, obwohl wir ihnen bedeutende physiologische, anatomische und histologische Feststellungen verdanken.

Zur gleichen Zeit faßte in England eine bedeutend extremere Richtung Fuß, die sozusagen jedes medizinische Grundwissen und jede Untersuchung für überflüssig hielt. Ihr Urheber ist der Edinburgher William Cullen, in erster Linie Chemiker und Philosoph, der zunächst noch nicht die allgemeine Anwendung der Heilkunde ablehnte, doch jede Krankheit auf die gesteigerte oder geminderte „Nervenkraft“ zurückführte: die Ursache der Krankheit liege im Spasmus (Krampf) oder in der Atonie (Erschlaffung) des Nervensystems. Sein Schützling und Schüler, der unverträglich veranlagte John Brown, brachte einen beträchtlichen Teil der Wissenschaftler und Ärzte binnen kurzer Zeit durcheinander, und zwar mit äußerst primitiven Überlegungen,

die er sich aus den Überresten der Lehren von Cullen und Haller zusammenbraute. Brown zufolge besteht die Gesundheit aus der Ausgeglichenheit zwischen Reiz und Erregung, und demzufolge sei die Krankheit auf deren Zerrüttung, die Asthenie, zurückzuführen. Dies bedeutet allerdings nicht mehr und nicht weniger als jede andere einseitige Anschauung dieses Zeitalters, in der immer auch irgendein kleiner Keim Wahrheit enthalten war. Browns Verhalten aber in seinen Auseinandersetzungen mit anderen Wissenschaftlern war extrem konsequent, wie das bei Besessenen immer der Fall ist. Er lehnte jeden anderen wissenschaftlichen Gesichtspunkt und jede Prüfung ab und beschränkte die medizinische Tätigkeit nur auf die Untersuchung und Heilung des vermeintlichen Erregungszustandes. Den Aufbau und die Funktion des Organismus im einzelnen kennenzulernen wäre völlig überflüssig, ausschlaggebend sei einzig und allein die Feststellung, ob es sich um eine erhöhte oder reduzierte Erregung handle, dementsprechend müsse Alkohol oder ein anderes Anregungsmittel beziehungsweise Opium oder ein anderes Beruhigungsmittel als Medikament verabreicht werden. Nachdem Brown im Jahre 1780 sein Buch, die *Elementa medicinae* herausgegeben hatte, verfeindete er sich auch mit Cullen und zog deshalb nach London, von wo aus er seine Lehre, den *Brownianismus*, in einem erstaunlich großen Kreis verbreiten konnte, insbesondere im deutschen und italienischen Sprachgebiet.

Die Engländer selbst nahmen die Abkehr ihres Landsmannes von der exakten Wissenschaft weniger ernst. Zur selben Zeit wurde auch in Edinburgh und London exakte Wissenschaft praktiziert. Über Monro und seine Schule haben wir bereits berichtet. William Hunter absolvierte die Schule von Edinburgh, war aber in London als Anatom, Geburtshelfer und Frauenarzt tätig und wurde vor allem durch seine vielseitigen Forschungsarbeiten bekannt. Seine Untersuchungen und Studien über die Anatomie der schwangeren Gebärmutter oder die Struktur der Hoden sind heute noch erwähnenswert. Sein Bruder, John Hunter, erreichte als Anatom, Physiologe und Chirurg ein noch größeres Ansehen. Aus seiner vielseitigen wissenschaftlichen Tätigkeit ragen insbesondere die Forschungen über Geschlechtskrankheiten heraus, des weiteren die Feststellung des Hodenbruchs, das Erkennen der Funktion des Samenbläschens, die Beschreibung der sekundären Geschlechtsmerkmale, die vielleicht früheste Definition der biogenetischen Grundregeln, die Erforschung von Zahnkrankheiten, der Entzündung, der Wundheilung, der Rege-

nierung und vieler anderer physiologischer beziehungsweise pathologischer Probleme. Tierversuche wurden in England von ihm eingeführt. Zur Linderung von Schmerzen bei Operationen stellte John Hunter Versuche mit Schnee- und Eisgemischen an. Ferner setzte er sich erfolgreich für die Gleichstellung der Chirurgie gegenüber anderen medizinischen Zweigen ein und erreichte dadurch, daß Chirurgen nicht nur als Handwerker angesehen wurden, sondern Anerkennung fanden und medizinisch ausgebildet wurden. Das gemeinsam mit seinem Schwager, Sir Everard Home, gegründete anatomische Museum enthielt vierzehntausend eigenhändig angefertigte Präparate. Später entwickelte sich die Sammlung unter der Leitung von Richard Owen zum ersten Museum der vergleichenden Anatomie der Welt.

Von den englischen Wissenschaftlern des Jahrhunderts muß unbedingt Stephan Hales noch erwähnt werden, der als erster Messungen des Blutdrucks vornahm, ferner William Heberden, der Begründer der *Medical Transactions*, der Traktate über Krankheiten der Herzkranzgefäße verfaßte, die Windpocken von den schwarzen Pocken abgrenzte, die Nachtblindheit und die Gichtknoten beschrieb. Der Birminghamer Arzt und Botaniker William Withering führte die Digitalis in der Therapie von Herzkranken ein, die Balneotherapie für Gicht hingegen wurde von dem an Gicht selbst schwer leidenden George Cheyne beschrieben, und da er zugleich ein großer Hypochonder war, schrieb er unter dem Titel „Englische Krankheit“ (*The English Malady*, 1733) ein Buch über die Hypochondrie und stellte dabei fest, daß ein Drittel seiner Patienten infolge von Nervosität erkrankt sei.

Den größten Ruhm im Bereich der Chirurgie erwarb sich in dieser Zeitepoche der Pariser Jean Louis Petit, der angeblich bereits im Alter von zwölf Jahren an Obduktionen teilnahm und selbst obduzierte und im Alter von achtzehn Jahren als Wundarzt in der Armee diente. Seine anatomischen und chirurgischen Vorträge wurden von Ärzten aus allen Teilen Europas besucht. Es lohnt sich tatsächlich, anzuführen, wie vielseitig Petit war, denn es herrscht doch überwiegend die Meinung vor, daß in der Zeit vor der Narkose und dem Vorhandensein eines wirksamen Schutzes gegen das Wundfieber die Chirurgie sich nur auf Amputationen und kleinere Oberflächeneingriffe beschränkte, obwohl in diesem „heroischen“ Zeitalter großartige Operationen durchgeführt wurden, wenn auch mit einer äußerst unbefriedigenden Erfolgsquote. Petit befaßte sich anfangs mit der Behandlung von Knochenbrüchen und Verstauchungen. Dabei trug er durch Verwendung vieler neuer Geräte und Hilfsmittel zur Entwicklung der Ortho-

pädie bei. Später vervollkommnete er die Amputationsverfahren. Bei seinen Operationen kam der Schmerzlinderung durch Opium eine wesentliche Rolle zu. Er mißbilligte die Aderabbindung wegen der Gefahr der Übertragung infektiöser fremder Stoffe und verwendete lieber digitale oder mechanische Kompressen. Ferner erarbeitete Petit eine Methode zum Nähen und Befestigen der Achillessehne, führte bei Schädelbrüchen Trepanationen durch und prüfte bei Gehirnerschütterung den Gehirndruck. Außerdem fertigte er sich für Zungen- und Lippenoperationen feine Instrumente an und entwickelte die Augen-, Ohren- und Nasenchirurgie. Brustkrebs beseitigte Petit radikal durch die Entfernung der befallenen Drüsen. Petit zählt zu den ersten, die eine Gallenblasenoperation vornahmen und Darm- und Bruchoperationen erfolgreich durchführten. Er eröffnete auch neue Wege in der Augenheilkunde, indem er den grauen Star operativ behandelte. Petit wurde noch zu seinen Lebzeiten geehrt und war Chirurg des königlichen Hauses und Vorsitzender der damals gegründeten Königlichen Akademie für Chirurgie. Sein im Jahre 1774 erschienenes Lehrbuch galt lange Zeit als Hohe Schule der Chirurgie.

Zufälligerweise wirkten in dieser Periode mehrere Ärzte namens Petit, die sich aber hinsichtlich ihrer Bedeutung nicht mit Jean Louis



Giovanni Battista Morgagni,
(1682–1771)

Petit messen können, sie sind aber dennoch erwähnenswert. So fand Pourfour du Petit als erster die Kreuzung der Pyramidenbahnen und Antoine-François Petit, ein Pariser Geburtshelfer, führte in Frankreich die Anwendung der Geburtszange ein. Die Zange selbst wurde neben zahlreichen anderen interessanten chirurgischen Instrumenten von dem belgischen Chirurgen und Geburtshelfer Jean Palfyn konstruiert. Zur gleichen Zeit fand in England die von Chamberlen erfundene Zange Verbreitung, deren Geheimnis die geldgierige Chamberlendynastie über zwei Jahrhunderte sorgsam bewahrte.

Im Zeitalter der Aufklärung gab es noch zahlreiche bedeutende Ärzte und Forscher, doch wir wollen nur noch einen erwähnen: Giovanni Battista Morgagni, dessen 1761 – im Alter von achtzig Jahren – herausgegebenes Buch in der Tat epochemachend für die Medizingeschichte war. Wie der Leser feststellen konnte, ging ich bei der Bewertung der medizinischen Bücher – und wenn sie noch so ausgezeichnet waren – mit dem Prädikat *epochemachend* nicht großzügig um. Bisher verdienten nur die Werke Vesalius' und Harveys so bezeichnet zu werden. Diesen schließt sich jetzt als drittes das Buch Morgagnis über die pathologische Anatomie an. Heilung gab es immer schon, Wissenschaft wurde die Medizin erst, nachdem außer den angesammelten Erfahrungen und mehr oder weniger begründeten Vorstellungen Kenntnisse über den gesunden Körper vorlagen (Anatomie), Erfahrungen über die spezifische Körperfunktion gesammelt wurden (Physiologie), die exakte Untersuchung der inneren Krankheiten (pathologische Anatomie) möglich wurde; später kam noch vieles andere dazu – doch das wird erst das Verdienst der folgenden Jahrhunderte sein. Morgagnis Buch beeinflusste wesentlich die klinische Ausbildung der Ärzte. Seit dieser Zeit wurde die pathologische Anatomie eine Grundwissenschaft der Medizin: Sie rechtfertigt oder korrigiert die Diagnose.

Der Forscherdrang des Bürgertums

Das 19. Jahrhundert ist das längste Jahrhundert in der Geschichte: Es begann bereits im Jahre 1789 und endete 1914. Zugleich ist es auch das kulturhistorisch reichste und abwechslungsvollste Jahrhundert. Klassizismus, Romantik, Realismus, Impressionismus, Expressionismus – das sind nur einige seiner Hauptstationen. Die Musik des Zeitalters beginnt mit Haydn und Mozart, setzt sich mit Beethoven und Schubert fort, und nach Chopin, Wagner und Liszt klingt sie mit Debussy und Bartók aus. Goya ist der Riese der Malerei und Ingres, der letzte Klassiker, den die Nachwelt ein wenig unterschätzt, überlebte den romantischen Delacroix, ja fast sogar die Realisten Millet und Courbet, die mit den Impressionisten liebäugelten; doch die Jahrhundertwende schwemmte auch sie hinweg, und als die Epoche ihr Ende erreichte, wurde der Kunstgeschmack von Picasso und anderen aus den Angeln gehoben. Auch die Literatur legte von Goethe über die russischen Realisten bis zu Apollinaire einen gewaltigen Weg zurück.

Daß dieses Zeitalter zum Zeitalter des Bürgertums wurde, ist der Französischen Revolution zu verdanken, doch gefestigt wurde es durch die industrielle Revolution. Sie bestimmte auch den Weg des Wissens. Statt dessen, was Adam Smith im Jahre 1776 über die Wirtschaft der Nationen träumte, entstand in Wirklichkeit der Kapitalismus mit seinem Reichtum und seinem Elend, mit einer ständig steigenden Produktion und einer im gleichen Maße verschärften Ausbeutung; und es entstand schließlich der gegen die Ausbeutung gerichtete ideologische und praktische Kampf: der Sozialismus. Das Wissen stand mehr und mehr im Dienst der Produktion, wo nicht in der praktischen Anwendung, da zumindest zur Klärung theoretisch-ideologischer Probleme. Das freimütig geäußerte oder heimlich zugegebene Motto der bürgerlichen Gesellschaft war die *Entwicklung*; Entwicklung auf allen Ebenen, im gesellschaftlichen Leben, in der Kunst, Wissenschaft und in allen sonstigen Bereichen.

Dies ist das große Zeitalter des Sichöffnens. Vieles wird wissen-

schaftlich bekannt, was früher nur vermutet wurde. Durch die Französische Revolution und die napoleonischen Kriege wurden viele Vorurteile aus dem Weg geräumt. Dadurch wuchs das wissenschaftliche Interesse und wurde zielstrebig. Die Gesellschaft, die sich der Industrie zugewandt hatte, forderte von ihren Wissenschaftlern Maschinen, Dampf, Elektrizität, Rohstoffe und neue Arbeitsmethoden. Um das zu erreichen, waren Laboratorien, Versuche, exakte und aufwendige Forschung notwendig. Das Jahrhundert war großzügig und geizte nicht mit großen Physikern, Chemikern, Physiologen und Technikern. Die Aufgaben, die sie zu bewältigen hatten, beinhalten im wesentlichen folgenden gemeinsamen Sinn: die Energie- und Rohstoffvorräte der Natur unter maximaler Ausnutzung in den Dienst der Gesellschaft zu stellen.

Man muß zugeben, daß diese Erwartung in einem hohen Maß eingelöst und übertroffen wurde. Gegen Ende des Jahrhunderts wandte sich das bürgerliche Leben übersteigert dem *Praktischen* zu, die Natur diente dem Menschen mit derart viel Komfort und Raffinesse, wie es die Philosophen des vorangegangenen Jahrhunderts in ihren kühnsten Träumen nicht hatten hoffen können. Gewiß, die Verteilung des wirtschaftlichen Wohlstandes und der bürgerlichen Bequemlichkeit war bei weitem nicht gleichmäßig — doch dafür kann man nicht die Wissenschaftler verantwortlich machen.

Paradoxerweise fanden nicht jene Entdeckungen und Erfindungen starken Widerhall, die großen wissenschaftlichen Wert hatten, sondern solche, die ohne unmittelbaren Nutzen die Meinung des Menschen über sich selbst und die Welt in besonderer Weise erregten. Die Elektrizität, die Galvani experimentell nachwies, indem er Froschschenkel zum Zucken brachte, wurde lediglich als interessantes Kuriosum registriert, nicht als eine das menschliche Leben zutiefst wandelnde Entdeckung, und als Volta, Ampère und Faraday die neue Energie in die Dienste der Produktion und des Komforts stellten, nahm dies die Gesellschaft mit Freuden, aber ohne Erschütterung zur Kenntnis. Zu Anfang des Jahrhunderts wurden die Eisenbahn, zum Ende des Jahrhunderts der Kraftwagen noch bespottet und verlacht, doch nachdem die Menschen deren Vorteile erkannt hatten, kamen sie nicht mehr davon los. Als man sich kaum erst an das Telefon und den Telegrafen gewöhnt hatte, wurde bereits mit der Luftfahrt und dem Rundfunk experimentiert. Jede Neuheit wurde erstaunlich schnell und leicht zur Gewohnheit. Die interessanteste Erfindung war nur noch eine Tagessensation, hingegen wurden beispielsweise jahr-

zehntelang heftige, zum Teil auch blutige Auseinandersetzungen um die Frage geführt, ob die Welt fertig erschaffen wurde oder sich stufenweise entwickelt habe, ob der Mensch aus Gottes Hand als Krone der Lebewesen hervorgegangen oder in einem langen Prozeß entstanden sei, ob der Geist als Funktion der Materie zu erklären sei oder in welcher Weise etwas Unbewußtes bewußt werde.

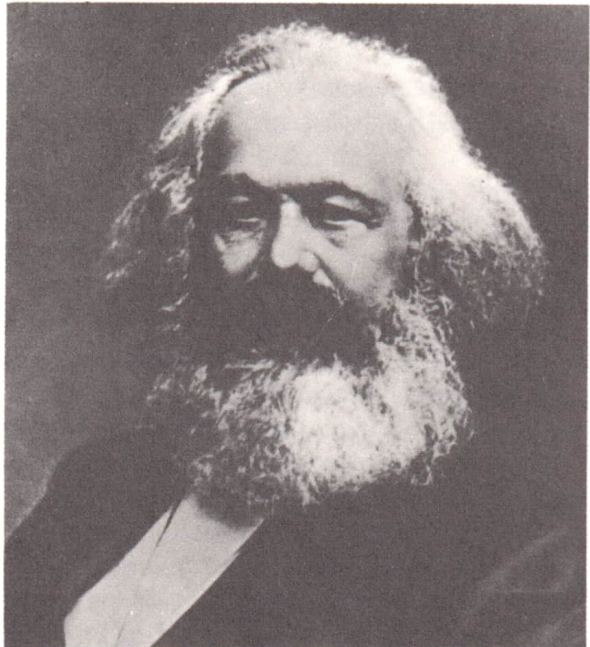
Daß es so ist, ist verständlich; sich an die Annehmlichkeiten der Zivilisation zu gewöhnen war leichter, als die jahrhunderte- und jahrtausendealten Vorurteile niederzureißen. Und es bewahrheitete sich, daß komplizierte wissenschaftliche Probleme leichter zu lösen sind als verhältnismäßig einfache philosophische Fragen. Die Konsequenz daraus zeigt sich in dem starken Gegensatz zwischen der technischen Entwicklung und der philosophischen Unsicherheit dieser Zeit.

Das naturwissenschaftliche Denken des 19. Jahrhunderts führt zu neuen Erkenntnissen

Kant starb im Jahre 1804 und hinterließ dem 19. Jahrhundert seinen transzendentalen Idealismus. Ihm folgte eine lange Reihe von Philosophen, insbesondere in Deutschland. Kants objektiver Idealismus entwickelte sich bei Fichte zu einem subjektiven, bei Schelling zu einem pantheistischen und bei Hegel zu einem dialektischen Idealismus und setzte sich sogar im romantischen Voluntarismus Schopenhauers fort. Im Mittelpunkt der Denksysteme dieser Philosophen steht der *Geist*, und zwar in der gemeinsamen Annahme, daß der Geist gegenüber der Wirklichkeit bestimmend sei. So sieht Fichte das Ziel der Philosophie nicht in der Realität, sondern im Ideal, denn die Idee sei die Grundlage der Wirklichkeit, folglich sei sie realer als die Wirklichkeit, um so mehr, weil der Geist — beziehungsweise der denkende Sinn — nicht nur Beobachter der Welt, sondern ihr Gesetzgeber, ja sogar ihr Schöpfer sei. In Fichtes Philosophie wird an Stelle der Welt das Ich zum Gegenstand der Untersuchung, da das Ich auch die Welt einschließe. Schelling dehnte diesen Gedanken auf die Naturphilosophie aus: Die Natur sei die fortwährende Schöpfung und Entfaltung des göttlichen Geistes, an deren Gipfelpunkt der Verstand stehe; die Gesetze der Natur seien nicht in der Natur nachzuweisen, sondern im Bewußtsein, und zwar im Kampf der miteinander ringenden gegensätzlichen Kräfte, die sich im Absoluten — in der Dialektik —

vereinigen und äußern. Die Darlegung der Dialektik, wonach die Natur eine Entfaltung des Geistes sei, war das Werk Hegels. Hegel zufolge steht das absolute Bewußtsein, in dem Ideal und Realität miteinander identisch sind, auf der allerhöchsten Stufe. Was vernünftig ist, sei auch wirklich; das Vernünftige — was folglich der Wirklichkeit entspreche — sei auf dem Wege der Dialektik zu erfahren: Aus der Gegenüberstellung der Widersprüche, dem Kampf zwischen These und Antithese synthetisiere sich eine neue These, die wieder eine neue Antithese hervorrufe, und schließlich führe dies zum Absoluten. Diese Gesetzmäßigkeit komme, laut Hegel, in gewissem Sinne auch in der Natur zur Geltung.

Die Glanzzeit der als deutscher Idealismus bezeichneten philosophischen Richtung fiel in die Zeit des sich entwickelnden Bürgertums in Deutschland. Mitte des vergangenen Jahrhunderts entsprachen die von der Realität losgelösten philosophischen Anschauungen immer weniger den gesellschaftlichen Anforderungen. An ihre Stelle trat eine Philosophie, die nicht dem Geist, sondern der Materie die Priorität zuerkannte. Bereits Ludwig Feuerbach trat der Hegelschen Konzeption entgegen, der entscheidende Schritt wurde jedoch von Karl Marx getan, als er Hegel „vom Kopf auf die Füße stellte“.



Karl Marx, 1818–1883

Marx übernahm die in dieser Weise geänderte Dialektik Hegels und entwickelte daraus, gemeinsam mit Friedrich Engels, die Philosophie des *dialektischen Materialismus*, die philosophische Grundlage unseres gesellschaftlichen und wirtschaftspolitischen Systems.

In der marxistischen Philosophie ist die Materie identisch mit der objektiven Realität, das Bewußtsein deren Widerspiegelung. Jedes Objekt und jede Erscheinung ist eine Art oder Form der sich in Bewegung befindenden Materie. Die Bewegung ist die Daseinsform der Materie, der Übergang von einem Zustand in den anderen; dies bezieht sich nicht nur auf die Orts-, sondern auch auf die Qualitätsveränderung.

Die Bewegung ist ebenso unzerstörbar wie die Materie. In jeder Bewegung ist zugleich eine Veränderung enthalten; Ruhe oder Ausgeglichenheit gibt es nur im Verhältnis zu anderen Bewegungsformen. Der Bewegung liegt keine auslösende äußere (geistige) Ursache zugrunde: Die Bewegung ist absolut, sie wird folglich durch sich selbst hervorgerufen, ihre Relativität ergibt sich nur im Verhältnis zu anderen bewegten Dingen.

Die materielle Welt ist einheitlich (homogen), in ihr befindet sich alles mit allem in einem Zustand der Wechselwirkung. Die Entwicklung führt vom Einfachen zum Komplizierten, vom Niederen zum Höheren,



Friedrich Engels, 1820—1895

und zwar spiralförmig und sprunghaft, verbunden mit Kämpfen und revolutionären Veränderungen. Entsprechend den dialektischen Entwicklungsgesetzen bilden die im fortwährenden Kampf stehenden Gegensätze eine Einheit. Die Dinge oder Prozesse lassen allmählich Widersprüche heranreifen, dies führt zum Kampf; es entsteht eine neue Situation, die erneut Widerspruch und Kampf auslöst. Im Verlauf der dialektischen Entwicklung ändert sich die Qualität der Dinge beziehungsweise ihre innere Struktur, und zwar durch die allmähliche Anhäufung der Quantitätsveränderung. Der sprunghaften Qualitätsveränderung geht eine Quantitätsveränderung voraus, wobei der Umschlag von der Quantität in die Qualität gesetzmäßig erfolgt. Mit der Negation der Negation ist in der spiralförmigen Entwicklung der neuen Qualität zugleich der Widerspruch enthalten.

Entsprechend der marxistischen Philosophie spielte bei der Menschwerdung die Herstellung von Werkzeugen eine entscheidende Rolle. Mit der Arbeitsteilung entwickelte sich auch die artikulierte Sprache, wodurch wiederum die Entwicklung des Gehirns beeinflusst wurde. Das höchstentwickelte Produkt der Bewegung der Materie ist das Denken.

Als historischer Materialismus wird der Teil der marxistischen Philosophie bezeichnet, der sich mit den allgemeinen Gesetzen der Gesellschaft beschäftigt. Entsprechend dem dialektischen Materialismus wird das Bewußtsein vom Sein — das gesellschaftliche Bewußtsein vom gesellschaftlichen Sein — bestimmt, folglich hängt jede gesellschaftliche Erscheinung (die Geschichte, die Kunst, die Mode, das Verhalten und so weiter) von den materiellen Prozessen, den ökonomischen Verhältnissen, in erster Linie aber von der Produktion ab. Dies bezieht sich nicht nur auf das Individuum.

Die ökonomische Struktur der Gesellschaft wird durch die Gesamtheit der Produktionsverhältnisse geformt; auf dieser Basis beruht der ideologische, rechtliche und politische Überbau.

Neben dem dialektischen Materialismus haben andere — zum Teil idealistische, zum Teil materialistische — Philosophien die Entstehung und Funktion der Natur gedeutet.

Schelling mit seiner irrationalen Naturerklärung und von seinen Nachfolgern insbesondere Lorenz Oken mit seinem Mystizismus haben den Begriff der Naturphilosophie gründlich in Mißkredit gebracht. Dessenungeachtet gelang es in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts, diese Hindernisse zu überwinden und Voraussetzungen für die Auffassung von der materiellen Realität der Natur und eine auf kausal-

physikalischer Gesetzmäßigkeit fundierte Naturphilosophie zu schaffen. Die bedeutendsten Vertreter dieser Richtung waren Ludwig Büchner, Vogt und Moleschott, dann Ernst Haeckel. Obwohl sie später wegen der Vulgarisierung der materialistischen Philosophie, ihrer zu großen Vereinfachung oftmals angegriffen wurden, taten sie in Wirklichkeit sehr viel dafür, daß an Stelle der transzendentalen Anschauung der nüchterne Verstand in der Naturauffassung vorzuherrschen begann.

Diese Anschauung konnte nur durch den Einfluß der großartigen Entwicklung der Naturwissenschaften zustande kommen. Doch das naturwissenschaftliche Denken ließ zur gleichen Zeit auch eine andere philosophische Konzeption entstehen: In Frankreich den Positivismus Comtes und in England den Evolutionismus Spencers.

Comte, von dem die Bezeichnung Soziologie stammt, wollte die gesellschaftliche Ordnung auf den Ergebnissen der Wissenschaft aufbauen, und zwar derart, daß die erreichten naturwissenschaftlichen Ergebnisse die Philosophie des Zeitalters und diese die Politik bestimmen. Comte zufolge sind für die Entwicklung des Denkens zwei charakteristische Gesetzmäßigkeiten maßgebend: Die erste besteht darin, daß der menschliche Geist drei Entwicklungsstufen durchläuft: Zuerst denkt er theologisch (dabei läßt er sich von der Phantasie und vom Glauben leiten; er interpretiert die einzelnen Phänomene durch übernatürliche Prinzipien, durch göttliche Intervention und durch Wunder), dann wendet er sich dem Metaphysischen zu (hier hält er die Dinge oder den eigentlichen Sinn der Weltordnung für abstrakte Ideen), und schließlich, sozusagen als Erwachsener, wird er auf der Stufe des Positivismus stehen, nachdem er sich die Beobachtung und experimentelle Bestätigung der Naturgesetze zur Grundlage seines Wissens gemacht hat. Das andere Entwicklungsgesetz bezieht sich auf die Hierarchie der Wissenschaften. Danach gibt es sechs Grundwissenschaften, die sich, stufenweise aufeinander folgend, zu exakten (positiven) Wissenschaften entwickeln: 1. Mathematik, 2. Astronomie, 3. Physik, 4. Chemie, 5. Biologie und 6. Soziologie. Comte zufolge war die Zeit herangereift, daß die Soziologie zur Grundwissenschaft der praktischen Politik werde und mit ihren naturwissenschaftlichen Mitteln — in erster Linie mit der Mathematik — die Gegenwart ermessen und die Zukunft einschätzen könne. Sie würde so zugleich zur Religion der neuen Zeit. Comte verkündete in seinem späteren Lebensabschnitt einen phantastischen Kult und hielt sich für einen Propheten der neuen Zeit.

Spencer wurde zu seiner Zeit gleichfalls durch seine Soziologie bekannt, obwohl das nur ein Zweig seiner allumfassenden wissenschaftlichen Konzeption war. Er unterschied nicht wie Comte die Wissenschaft entwicklungsmäßig von der Religion, sondern trennte sie auf der Grundlage der Erkenntnis: Die letzte Ursache der Dinge sei unerkennbar, dies sei demnach der Bereich der Religion, während die Wissenschaft für die erkennbare Welt zuständig sei. Er suchte gar nicht nach Möglichkeiten und Methoden der Erkenntnis (wie Kant und jede Erkenntnistheorie), sondern beschränkte sich auf die beschreibbare Welt, deren wichtigstes Gesetz seiner Meinung nach die Evolution, die Entwicklung, sei. Gleichzeitig mit Darwin (ja sogar in der Annahme des Selektionsprinzips Darwin gewissermaßen voraus-eilend) hielt er die Grundgesetze der Tier- und Pflanzenwelt für die stärkeren oder wirkungsvolleren Mittel für das Fortbestehen. Er brachte diese Idee in seiner Soziologie zur Geltung und übertrug die kausale Art des Folgerns auf die Bereiche der Philologie, der Kunst, der Psychologie und sogar der Ethik.

Henri Bergson gründete sein System gleichfalls auf die Biologie, nur daß er an Stelle des mechanischen Kausalitätsprinzips das Prinzip der „schöpferischen Entwicklung“ setzte. Seinen *élan vital* (Lebenselan) kennzeichnet er als Motor der Entwicklung und des Denkens. Der Physiker Ernst Mach hingegen geht von der Identität der materiellen Elemente und seelischen Empfindungen aus und macht die Realität der Gefühle und deren funktionale (nicht kausale) Bindungen zum Gegenstand seiner Untersuchungen. Lenin setzt sich in seinem Werk *Materialismus und Empiriokritizismus*, das zugleich das moderne Standardwerk der dialektischen materialistischen Philosophie darstellt, mit der Anschauung Machs eingehend auseinander.

Die Wissenschaft von der Energie

Die Französische Revolution begünstigte im allgemeinen die Entfaltung der exakten Wissenschaft. Die Hinrichtung Lavoisiers oder die Verfolgung von Condorcet bedeuteten zwar große Fehlgriffe, und Abbé Haüy, der Begründer der Kristallehre, entging diesem Schicksal auch nur um Haaresbreite, doch im großen und ganzen förderte die Revolution die Wissenschaftler. Ein Teil der Institute des alten Regimes wurde im Jahre 1793 liquidiert, an ihrer Stelle zugleich aber das

im Botanischen Garten gegründete *Naturhistorische Museum* in eine Universität umgebildet, der gleich zu Anfang Lehrer wie Lamarck, Geoffroy de Saint-Hilaire oder Cuvier zur Verfügung standen. Im Jahre 1794 entstand die *École Polytechnique*, eine Zitadelle der Geometer, 1795 wurde das *Institut National* mit seinen drei Fachabteilungen geschaffen: Physik – Mathematik, Politik – Sittenlehre und Literatur – Kunst. Das Ziel der neuen Institute bestand insbesondere in der Entfaltung jener rationalen, empirischen, fortschrittlich-wissenschaftlichen und künstlerischen Ergebnisse, wofür vor nicht allzu langer Zeit die Enzyklopädisten, die aufgeklärten Philosophendichter, ihren unerschrockenen Kampf geführt hatten.

Jenes Jahrzehnt, dessen Höhepunkt das Jahr 1795 darstellt, begann für die Forschung und Entdeckung mit einer wahren Flut von Ergebnissen, mit der nur die reiche Ernte der vierziger Jahre des 15. Jahrhunderts vergleichbar ist. Das war das große Zeitalter für die Astronomie, Mathematik, Physik, Chemie, Biologie, Geologie, Paläontologie und Kristallehre. Die Psychologie und die Archäologie fingen an, sich jetzt zur Wissenschaft zu entwickeln, und selbst ein Ereignis von größter Tragweite in der Medizin – die Pockenimpfung – fiel gleichfalls in diese Zeit. Laplace' mathematisches Genie vollendete



Pierre Simon Laplace, 1749–1827

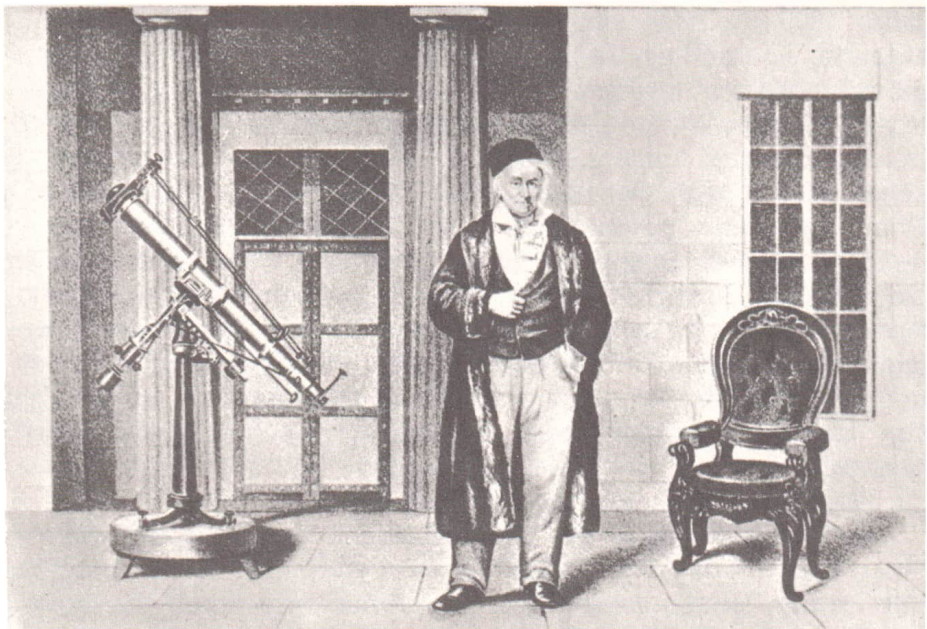
jetzt das Gebäude, dessen Fundament von Galilei und Newton gelegt worden war. Er entwarf ein umfassendes Bild von der Welt und gab mit der kosmogonischen Theorie von der Entstehung der Welt aus einer rotierenden Gaskugel eine für ein Jahrhundert lang befriedigende Antwort auf die Probleme der Welterschaffung. Auf Napoleons Frage, weshalb Gott in der Himmelsmechanik keine Rolle spiele, gab Laplace angeblich folgende stolze Antwort: „*Ich war auf eine solche Voraussetzung nicht angewiesen, Sire.*“ Mag es eine wahre Geschichte sein oder auch nur eine Anekdote, in jedem Fall ist sie für den neuen Geist der Wissenschaft charakteristisch, der nicht mehr der Hilfe überirdischer oder übermenschlicher Wesen bedurfte.

Im Jahre 1789 hielt der einundzwanzigjährige Joseph Fourier an der Akademie eine bedeutungsvolle Vorlesung über Gleichungen höheren Grades, später wurde er durch die mathematische Behandlung der Wärmeleitung bekannt. Der Revolutionär Carnot vervollkommnete die Infinitesimalrechnung, Legendre faßte im Jahre 1794 die Geometrie von Euklid bis Euler zusammen und stellte sie in den Mittelpunkt des allgemeinen Interesses. Zur gleichen Zeit wurde die darstellende Geometrie von Monge begründet. Lagrange war der Begründer des Interpolationsverfahrens und der Theorie der analytischen Funktionen. Napoleon verlieh ihm später gräflichen Rang. (Denn auch der Kaiser schätzte seine Wissenschaftler.) Delambre wandte als erster die astronomischen Erkenntnisse Laplace' in der Praxis an, außerdem war er einer der Begründer der Maßeinheiten: Der Konvent beschloß, im internationalen Durcheinander der Maßeinheiten Ordnung zu schaffen, deswegen wurde im Jahre 1795 das *Bureau des Longitudes* — das Amt für Längenmaße — gegründet, das, vor allem auf der Grundlage der von Delambre und Méchain genau vorgenommenen Gradmessungen, das Meter als Längenmaß für die internationale Längeneinheit einführte.

Über die Bernoulli-Familie, über Euler und Herschel haben wir bereits berichtet. In Deutschland begann im Jahre 1795 Gauß mit seinem Studium an der Göttinger Universität, an der er anschließend als Professor unterrichtete. Gauß führte einen neuen Geist in die Mathematik und Astronomie ein. Seine erste wichtige Entdeckung fällt bereits in das Jahr 1795. Seinem 1801 erschienenen *Disquisitiones arithmeticae* (Arithmetische Untersuchungen) — dem Ausgangspunkt der modernen Zahlentheorie — folgten serienweise Werke über die Bewegungsgesetze der Planeten, die Behandlung hypergeometrischer Reihen, die mechanische Quadratur und über die Säkularvaria-

tion. Nach 1820 begann er sich mit Geodäsie zu beschäftigen, entwickelte das Verfahren der kleinsten Quadrate und arbeitete zur gleichen Zeit über Algebra und Arithmetik der komplexen Zahlen, über die Potentialtheorie und an zahlreichen Problemen der angewandten Mathematik. Aus seinen hinterlassenen Tagebüchern und seinem Schriftverkehr geht hervor, daß er bereits im Jahre 1800 die elliptischen Funktionen entdeckte und sich über das Wesen der nichteuklidischen Geometrie im klaren war; doch er hielt es für zweckmäßig, dies nicht zu veröffentlichen. Allerdings setzte er János Bolyai davon in Kenntnis, was den zu Depressionen neigenden ungarischen Mathematiker tief verbitterte, da er dadurch seine Priorität auf diesem Gebiet gefährdet sah. Lobatschewski kam um die gleiche Zeit zu ähnlichen Erkenntnissen; doch zur allgemeinen Anerkennung der nicht-euklidischen Geometrie kam es erst nach dem Beitrag von Riemann in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts.

Gauß' außergewöhnliche Begabung und seine Vielseitigkeit beeinträchtigten nicht das Verdienst zahlreicher anderer mathematischer Talente des Jahrhunderts. Das 19. Jahrhundert war so unbegrenzt



Carl Friedrich Gauß, 1777–1855, auf der Terrasse der Göttinger Sternwarte

reich an großen Mathematikern und bedeutenden Entdeckungen, daß auf eine vollständige Aufzählung verzichtet werden muß. Von den namhaftesten wollen wir nur Augustin Cauchy, den jung verstorbenen Evariste Galois und den Norweger Niels Henrik Abel erwähnen sowie seinen glücklicheren Rivalen, den Königsberger Jacobi, wie auch den Iren W. R. Hamilton sowie die unmittelbaren Nachfolger Gauß' auf dem Göttinger Lehrstuhl, Dirichlet und Riemann. Als Kapazitäten der Geometrie in der Zeit nach Monge sind Poncelet, Jakob Steiner, Möbius, Plücker, Chasles und der hervorragendste Mathematiker der Jahrhundertwende, der vielseitige Henri Poincaré zu nennen.

Obwohl sich die Spezialisierung zu Beginn des Jahrhunderts als immer notwendiger erwies, sind die Personen- und Wirkungskreise der Mathematiker, Astronomen, Physiker und Chemiker voneinander nicht deutlich abzugrenzen. Die Physiker waren überwiegend mit Problemen der Energie und die Chemiker mit solchen der Struktur und Zusammensetzung der Stoffe beschäftigt.

Eine der anregendsten Fragen, insbesondere hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung, war die der elektrischen Energie. Über die ersten Schritte habe ich bereits berichtet, doch ich möchte in diesem Zusammenhang erneut auf die Entdeckung Voltas hinweisen, der im Jahre 1800 die nach ihm benannte Säule oder das Element konstruierte, wodurch ein Verfahren für die Herstellung von Elektroenergie gefunden war. Im Jahre 1820 erkannte der Däne Oersted die elektromagnetische Wirkung, Arago konstruierte danach den ersten Elektromagneten und Ampère wies die Anziehung und Abstoßung elektrischer Ströme nach. Der nachfolgend bedeutende Schritt wurde von Ohm und Faraday getan: Ohm entdeckte die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Spannung, Stromstärke und Widerstand, Faraday die Induktion. Schließlich schuf Maxwell die mathematischen Grundlagen, so daß das gewaltige Gefüge der Elektrodynamik vervollständigt werden konnte. Vollständigkeit bedeutet jedoch noch nicht Vollendung. Heinrich Hertz setzte die Arbeit Maxwells fort: Er wies die von Maxwell vorausgesagten elektromagnetischen Wellen nach, beendete eine jahrhundertalte Diskussion und ebnete gleichzeitig die Wege zur Physik unseres Jahrhunderts.

Parallel hierzu verlief die physikalische Erforschung der Wärme, des Lichts und des Schalls. Der Wert der Wärmerstofflehre wurde bereits in den letzten Jahren des 18. Jahrhunderts durch die Experimente von Rumford (zum Beispiel die beim Bohren von Kanonenrohren entstehende Wärme) und die theoretischen Überlegungen Car-

nots in Zweifel gezogen, doch erst die Kenntnis der elektrodynamischen Fakten ermöglichte es Joule, die mechanische Wärmetheorie zu begründen. Die Physik des Lichts kam seit Descartes, Huygens und Newton nicht von der Tagesordnung. Im Jahre 1802 stellte Young seine Interferenz- und Wellentheorie auf; er fand keinen Glauben, doch einen Nachfolger in der Person von Fresnel, der experimentell das Vorhandensein der Interferenz und die Welleneigenschaft des Schalles nachwies. Etienne Malus hingegen polarisierte den Schall und bewies seinen transversalen, schwingenden Charakter. Beide starben sehr jung, und ihre Forschungen wurden von anderen fortgesetzt: Olaf Römer hatte bereits früher die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls gemessen, jetzt wurden die Messungen von Arago, Fizeau und Foucault in Wasser fortgesetzt und damit die korpuskulare Theorie Newtons endgültig widerlegt. Arago entdeckte die optische Polarisation des Lichts und gab damit die Erklärung für die blaue Farbe des Himmels. Die Farben des Spektrums waren bereits früher bekannt, ja man wußte sogar, daß es außer den roten und violetten auch noch für uns unsichtbare, aber wärmewirksame Strahlen gibt. Doch eine detaillierte Analyse wurde erst auf der Grundlage der elektromagnetischen Theorie des Lichts möglich. Die im Sonnen-



Julius Robert von Mayer,
1814—1878

spektrum vorhandenen Linien wurden im Jahre 1802 von Wollaston wahrgenommen, doch ihre Bedeutung erst von Fraunhofer erkannt und dann auf ihrer Grundlage von Kirchhoff und Bunsen die Spektralanalyse ausgearbeitet.

Mitte des Jahrhunderts erkannten viele Wissenschaftler unabhängig voneinander die große Bedeutung des Prinzips von der Erhaltung der Energie: Der deutsche Arzt Julius Robert von Mayer, der dänische Ingenieur August Colding und der englische Physiker James P. Joule; allgemein bekannt wurden die Ergebnisse erst durch Helmholtz. Nicht lange darauf erfolgte die Konzeption der Entropie hauptsächlich auf der Grundlage der Arbeit von Clausius und Thomson (Lord Kelvin).

Die neue Chemie begann nicht erst mit der Liquidierung der Phlogistontheorie in der Zeit der großen Umwälzung (bemerkenswert dabei ist, daß, obwohl bereits von Lavoisier das Problem gelöst wurde, noch lange Zeit über das Vorhandensein des Phlogiston diskutiert wurde), sondern gleichzeitig mit der Einführung der Stöchiometrie durch Richter, worauf recht bald die Gesetze für die Gewichtsverhältnisse folgten. Als Ergebnis der ergiebigen Diskussionen von Berthollet und Proust, der späteren Aussagen von Dalton und der Experimente von Wollaston wurden schließlich die vielfältigen Gewichtsverhältnisse nachgewiesen. Im Mittelpunkt des Interesses stand jetzt bereits die Atomtheorie, bei deren Ausarbeitung Berzelius die größte Rolle zukam. Er legte das Atomgewicht der einzelnen Elemente fest, während die Ausdehnung der Gase von Gay-Lussac geklärt wurde. Beide waren fast ein halbes Jahrhundert hindurch die führenden Persönlichkeiten in der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiet der Chemie, Gay-Lussac in Paris und Berzelius in Stockholm. Die Forschung im Bereich der Elektrochemie erreichte zur gleichen Zeit durch die genialen Versuche von Davy ein hohes Niveau. Die weiteren Entwicklungen wurden bereits in vorhergehenden Abschnitten behandelt.

Einen neuen Weg in der Chemie eröffnete im Jahre 1828 die Bekanntgabe des damals noch jungen Wöhler: Es gelang ihm, eine organische Verbindung aus anorganischen Ausgangsstoffen zu synthetisieren, und zwar Harnstoff (Karbamid). Zunächst schien die philosophische Bedeutung dieser Erfindung größer zu sein als die chemische, später allerdings führte sie zur Entwicklung der organischen Chemie und schließlich zur Massenherstellung von synthetisch-chemischen Verbindungen. Ihre philosophische Bedeutung war dadurch

gegeben, daß vordem die durch den lebenden Organismus produzierten organischen Stoffe — die hauptsächlich seit den Forschungen von Scheele bekannt waren — von den anorganischen Stoffen prinzipiell unterschieden wurden: Zur Entstehung der organischen Stoffe wurde das Vorhandensein irgendeiner geheimnisvollen Lebenskraft für notwendig gehalten. Wöhler bewies, daß zwischen der organischen und der anorganischen Welt nicht jener Abgrund klafft, wie er nach Ansicht der frühen deutschen Naturphilosophen allgemein angenommen wurde. Durch die Mitwirkung von Berzelius und Justus von Liebig stand die organische Chemie bald im Mittelpunkt der Forschung und spielte auch in der sich entwickelnden Industrie eine immer bedeutendere Rolle.

Im Verlauf der Forschung wurden zahlreiche neue Elemente bekannt. (Ungefähr die Hälfte der chemischen Elemente wurde im vergangenen Jahrhundert entdeckt.) Die industrielle Nutzung warf immer mehr praktische Probleme auf, deren Lösung erschwert wurde, da die Atomgewichte nicht eindeutig bestimmt, der Begriff des Molekulargewichts und der Wertigkeit wie auch die Verbindungsart der Elemente und ihr Aufbau noch unbekannt waren. Eine Klärung erfolgte in den sechziger Jahren im Rahmen einer imponierenden internationalen Zusammenarbeit, an der der Franzose Dumas, der Engländer Frankland, der Schotte Couper, die Deutschen Kekulé und Lothar Meyer, der Italiener Cannizzaro und der Russe Butlerow — alles Wissenschaftler mit bekanntem Namen — mitwirkten. In diese Zeit fällt auch der Streit zwischen Pasteur und Liebig über die Gärung und die Fäulnis. Dabei bewies Pasteur, daß lebende Mikroorganismen die Fäulnis verursachen, und schließlich gelang es ihm, die durch Pouchet noch immer leidenschaftlich verteidigte Lehre von der Urzeugung zu widerlegen. In den letzten Jahrzehnten des Jahrhunderts wurde ferner mit der Enzymforschung begonnen, um die Jahrhundertwende mit der Erforschung der Eiweiße und der Synthese der Aminosäuren; prominentester Forscher auf diesem Gebiet war der Nobelpreisträger Emil Fischer.

Im Laufe des Jahrhunderts beschäftigten sich viele Wissenschaftler mit dem Problem der Schaffung eines sinnvollen Systems auf der Grundlage der Atomgewichte oder anderer Faktoren. Im Jahre 1869 gelang es dem Deutschen Lothar Meyer und dem Russen Mendelejew, dieses Problem unabhängig voneinander zu lösen. Das Periodensystem der Elemente des letzteren wird mit einer entsprechenden Ergänzung auch heute noch genutzt. Mendelejew reihte die Ele-

mente auf der Grundlage ihres Atomgewichts ein und sagte viele Eigenschaften damals noch nicht bekannter Elemente voraus. Damit faßte er sozusagen den Ergebnisstand der frühen Chemie zusammen und öffnete gleichzeitig den Weg für das wichtigste Forschungsgebiet des 20. Jahrhunderts.

Dieser Abschnitt trägt die Überschrift „Die Wissenschaft von der Energie“, eine doppelsinnige Überschrift, einerseits, weil Kenntnisse über die Energie und deren praktische Anwendung zur wichtigsten Aufgabe des 19. Jahrhunderts zählten, und andererseits, weil noch nie soviel Energie für die Wissenschaft aufgewandt wurde wie in diesem Jahrhundert. Es wurde aber auch ein entsprechendes Ergebnis erzielt, nicht nur auf theoretischem Gebiet, sondern auch in der Entwicklung der Technik. Es stünde jetzt noch der Nachweis des technischen Entwicklungstempos aus, doch davon müssen wir Abstand nehmen, denn schon das bloße Aufzählen würde Bände füllen. Hierbei müßte nicht nur über die von der Kutsche bis zum Flugzeug, von der Kerze bis zu den Röntgen- und Radiumstrahlen, vom Postwagen bis zum Telefon-, Telegraf- und Radiodienst eingetretene Entwicklung berichtet werden, sondern auch über die Landwirtschaft, den Handel, die Verwaltung, vor allem aber über die vollkommene Umwandlung der Industrie, was gleichzeitig mit einer totalen Veränderung der Lebensweise verbunden war. Das wirtschaftliche Leben stand – und es steht auch heute noch – bis ins kleinste Detail mit der Entwicklung der Mathematik, Physik und Chemie in Wechselwirkung. Noch zu Beginn des Jahrhunderts kam es oft vor, daß pure wissenschaftliche Neugierde zu einer Erfindung und Entdeckung führte, doch bereits seit Mitte des Jahrhunderts traten die Wissenschaftler – zumindest die Mathematiker, Physiker und Chemiker – in Reih und Glied an, richteten sich nach dem vom Leben diktierten Rhythmus und befriedigten durch ihre Erfindungen oder ihre Arbeit in den Instituten nicht nur die ökonomischen Ansprüche, sondern sie wurden gleichzeitig zu Schöpfern neuer ökonomischer Ansprüche.

Die daraus resultierenden Ergebnisse schlugen sich in der Entwicklung der Technik nieder, förderten aber auch gleichzeitig den Wettstreit und das Entwicklungstempo. Damals schon entstand auch jene Ungleichheit, die eine Kluft zwischen den entwickelten und den unterentwickelten Ländern der Erde bildet. Obwohl die Arbeit der Wissenschaftler allen Menschen zugute kommen müßte, ist die Idee der Gleichheit bei der Verteilung der Ergebnisse im Kapitalismus nicht wirksam geworden.

Die Geburt der Biologie

Die Lehre vom Leben ist eine alte Wissenschaft, doch das Wort Biologie entstand ziemlich spät, im Jahre 1802 wurde es erstmals von einem deutschen und einem französischen Wissenschaftler unabhängig voneinander angewandt. Treviranus ist der deutsche und Lamarck der französische Taufpate des Begriffes Biologie. Obwohl es bereits früher Biologen gab, zur komplexen Wissenschaft wurde die Biologie erst Anfang des 19. Jahrhunderts — deshalb kann mit der Entstehung dieser Bezeichnung gleichzeitig auch von der Geburt der Biologie gesprochen werden.

Das Attribut komplex weist darauf hin, daß es sich hierbei nicht um einen eng abgegrenzten Wissenschaftszweig handelt, sondern um ein kompliziertes Gefüge kreuz und quer miteinander verbundener Forschungsgebiete, deren Grenzen nicht einmal eindeutig bestimmt werden können. Die „Wissenschaft vom Leben“ umschließt auf alle Fälle die Anthropologie, Zoologie und Botanik. Es bestehen aber auch mannigfaltige Wechselbeziehungen mit anderen Disziplinen, so mit der Medizin und der Psychologie, zum anderen durch die Paläontologie zur Geologie, in Gestalt der Biochemie zur Chemie, durch die Biophysik zur Physik. Fortschritte der heutigen Molekularbiologie sind ohne Anwendung von physikalischen, chemischen und auch mathematischen Hilfsmitteln unvorstellbar. Daneben erlangen biologische Teilgebiete zunehmend selbständigen Charakter, wie die Mikrobiologie — die Wissenschaft von den Kleinlebewesen (Viren, Bakterien und anderen).

Obwohl französische und deutsche Biologen der Biologie zur gleichen Zeit den Namen gaben, bedeutet dies nicht, daß ihre biologischen Ansichten übereinstimmten. Im Gegenteil, noch nie war zwischen deutschen und französischen Naturwissenschaftlern eine größere Kluft vorhanden wie in den ersten Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts. Die Ursache geht auf philosophische Differenzen zurück. Die deutschen Naturforscher wuchsen im Geist der transzendentalen Anschauung Kants auf, die französischen hingegen in dem der Aufklärung. Doch der Unterschied in der Anschauung — der zur Mitte des Jahrhunderts mehr und mehr verblaßte — behinderte in keiner Weise die Intensität in der Forschung; denn die Franzosen und Deutschen waren auf dem Gebiet der Biologie in gleichem Maße erfolgreich.

Der Bremer Treviranus brachte mit seinem sechsbändigen Werk

über die *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur* das Wort Biologie in Umlauf. Zusammen mit seinem Bruder war er Bahnbrecher der histologischen Forschung, vor allem aber der Physiologie der wirbellosen Tiere. Die Lebewesen hielt Treviranus für das Produkt einer stufenweisen Entwicklung. Der Stuttgarter Anatom, Physiologe, Botaniker und Zoologe Kiemeyer führte die Entwicklung der Stufenordnung der Lebewesen auf die innere „Bildungskraft“ zurück. Er war ein hervorragender Lehrer zweier Generationen wie Blumenbach, der *Magister Germaniae* (Lehrer Deutschlands), der sechzig Jahre hindurch uneingeschränkt seine Autorität erfolgreich behaupten konnte. Blumenbach führte die Entwicklung auf den „Bildungstrieb“ zurück. Dieser „Trieb“ mache die anorganische Masse zur lebenden Materie, und das Individuum vollziehe seine Entwicklung entsprechend dem in der lebenden Materie vorhandenen göttlichen Plan.

Deutsche Wissenschaftshistoriker räumen im allgemeinen Goethe einen hervorragenden Platz unter den Naturforschern ein. Goethe hat sich in der Tat eingehend mit Physik, Tierkunde, Botanik und Anthropologie beschäftigt, doch er war mehr begeisterter Dilettant als exakter Wissenschaftler. Mit seiner Farbentheorie wollte Goethe Newton widerlegen, doch das gelang ihm nicht. Im Mittelpunkt seiner botanischen Arbeit standen die „Urpflanze“ und die Metamorphosetheorie, wonach sich zu Beginn die Pflanzen in einer Art Urform befanden, die auch den Tieren eigen war; daraus habe das Licht die Pflanzen und die Dunkelheit die Tiere entwickelt, wobei sie aber ihre strukturelle Ähnlichkeit bewahrt haben . . . Die Metamorphose hingegen bestehe darin, daß aus demselben Samenkeim der Pflanze zuerst Blätter entstehen, später Blüten, so daß es sich beim Staubgefäß gewissermaßen um ein zusammengeschrumpftes Blatt und beim Blatt um ein ausgebreitetes Staubgefäß handle . . . Wäre dies nicht vom größten deutschen Dichter niedergeschrieben worden – und freilich in einem viel einwandfreieren und kunstvolleren Stil, als er sonst bei wahren Naturforschern üblich war –, würde sich niemand mehr daran erinnern, so jedoch wurde er zum Vorläufer Darwins gemacht – was er gewiß nicht war. Der wesentliche Inhalt der Wirbeltheorie Goethes besteht darin, daß der Schädel aus den Halswirbeln entstanden sei, dies hat sich aber nicht bestätigt. Seine bedeutendste Leistung auf dem Gebiet der Biologie bestand im Nachweis des Zwischenkieferknochens. In der damaligen Zeit spielte das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des *os intermaxillare* vom Gesichtspunkt des Fortschritts eine ausschlaggebende Rolle. Die biologische Verwandt-

schaft zwischen dem Menschen und dem Tier war bereits seit dem System Linnés offensichtlich, doch klerikale Vertreter versuchten die organische Ähnlichkeit möglichst zu vertuschen. Darum wurde dem Umstand große Bedeutung beigemessen, daß der am Schädel der entwickelten Säugetiere vorhandene Zwischenkieferknochen beim Menschen fehle, was sozusagen als Beweis galt, daß der Mensch doch anders konstituiert sei als das Tier. Goethe hielt es für ausgeschlossen, daß die „einheitliche Ordnung“ der Natur beim Menschen eine Ausnahme bilde. Auf der Grundlage dieser philosophischen Überlegung untersuchte er den Schädel eines menschlichen Embryos und fand tatsächlich im frühen embryonalen Zustand das Zwischenstück des Kiefers, aus dem später die Schneidezähne wachsen. Da der Zwischenkieferknochen bereits vom vierten Schwangerschaftsmonat ab mit den übrigen Knochen fest verwächst, ist er später nicht mehr zu erkennen.

Mit wesentlich mehr Berechtigung gilt Alexander von Humboldt, der Begründer der Pflanzen- und Tiergeographie, als einer der bedeutendsten Naturforscher dieses Zeitalters, der auch Klimatologie und Geologie wesentlich bereicherte. Weltreisen waren damals ins-



Alexander von Humboldt,
1769–1859

besondere bei Wissenschaftlern üblich. Humboldts Reisebeschreibungen und populärwissenschaftliche Bücher blieben bis zum Ende des Jahrhunderts eine beliebte Lektüre. Bedeutend unklarer war die Konzeption des gleichfalls schreibgewandten Naturforschers Lorenz Oken, dessen „Urschleimtheorie“ allgemein, doch unbegründet, als Vorbild der Abstammungslehre bezeichnet wird. Oken versuchte lediglich Schellings transzendente Naturphilosophie wissenschaftlich zu untermauern. Zum Zwecke der Beweisführung dieser damals zwar äußerst wirkungsvollen, heute nur noch durch den damaligen Hang zur Mystik zu erklärenden Gedankenfolge erfand Oken den Urschleim als eine Grundmaterie, aus der durch Einwirkung des Lichts, durch Urzeugung, Leben entstehe. Die Lebewesen verfügen über solare und planetare Elemente — das heißt, ihr Ursprung ist auf die Sonne beziehungsweise die Planeten zurückzuführen —, und ihre Entwicklung entspreche auf niedriger Stufe den einzelnen Teilen des menschlichen Organismus, zum Beispiel die Polypen den Gedärmen, die Weichtiere dem Blutkreislauf, die Gliederfüßler den Atmungsorganen und so weiter.

Den Einfluß der Schelling-Oken-Schule zu überwinden war äußerst



Lorenz Oken, 1779–1851



Johannes Müller, 1801–1858

schwierig. Der entscheidende Schritt hierzu wurde von Johannes Müller getan, dem Professor für Anatomie und Physiologie der Bonner Universität und späteren Direktor des Instituts für Anatomie und Tieranatomie der Berliner Universität, dessen außerordentlich nützliches persönliches Wirken mit einer fruchtbaren Lehr- und Organisationstätigkeit verbunden war. Die Fragen aus dem Bereich der Physiologie, mit denen er sich beschäftigte, sind unzählbar. Dabei verstand er es vorzüglich, seine Schüler aktiv in die Arbeit einzubeziehen. Auch Müller ist in den Gedanken der idealistischen Philosophie Schellings aufgewachsen, doch er entfernte sich nach und nach von der unklaren Konzeption des Vitalismus, und obwohl er seine idealistische Weltanschauung nie aufgab, wurde er Begründer der realistischen Experimentiermethode. Ein großer Teil der hervorragenden deutschen Biologen der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ist aus der Schule Johannes Müllers hervorgegangen.

Deutscher Abstammung war auch Karl Ernst von Baer, der estnische Biologe und Begründer der modernen Embryologie. Zuerst wirkte er in Königsberg, später an der Petersburger Akademie. Im Jahre 1827 entdeckte von Baer die Eizellen der Säugetiere und des Menschen und stellte darauf die Keimzellentheorie auf, die bis zum heutigen Tage Grundlage der Entwicklungslehre (Ontogenese) ist. Baer übernahm und verallgemeinerte die von Wolff aufgeworfene Epigenesislehre und beseitigte dadurch endgültig die Lieblingstheorie des vorherigen Jahrhunderts, die der Präformation.

In die Jahre 1837 bis 1839 fiel die Geburtsstunde der *Zellentheorie*. Eigentlich ist es erstaunlich, daß die wichtige strukturelle Bedeutung der Zelle so spät erkannt wurde, zumal Zellen bereits in den Anfängen der Mikroskopie mit erstaunlicher Genauigkeit beschrieben wurden. Der aus Jena stammende und später in Dresden tätige Botaniker Schleiden kam auf den Gedanken, daß die charakteristische Einheit der pflanzlichen Organismen die Zelle sei. Diesen Gedanken übertrug Theodor Schwann auch auf die Tierwelt und erarbeitete hierfür detaillierte Grundlagen. Schwann kam auch zu anderen bedeutenden physiologischen Erkenntnissen. Er entdeckte zum Beispiel das Pepsin, wies die verdauende Funktion der Galle nach und beschrieb die Hülle der Nervenfasern (Schwannsche Scheide). Außerdem trat er energisch gegen die Lehre Schellings auf. Wissenschaftshistorisch ist sein Name durch die Zellentheorie erwähnenswert, denn in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts entwickelte sich die Zellenforschung zur zentralen Aufgabe der Biologie.

Eine weitere große Persönlichkeit der Berliner Schule war seit Mitte des Jahrhunderts Rudolf Virchow. Sein Leben verlief ungewöhnlich zwiespältig und konfliktreich. In seiner Jugend war Virchow in seiner Weltanschauung und zugleich in seinem Wirken fortschrittlich, fast revolutionär eingestellt. Später gab er seine revolutionäre Einstellung in der Politik auf, in seinen wissenschaftlichen Ansichten hingegen verhielt er sich derart störrisch, daß er zum hartnäckigen Hemmschuh für den Fortschritt wurde. Es ist allgemein bekannt, in welcher heftiger Gegnerschaft er zu den Bakteriologen (Pasteur, Koch, Obermeier und anderen) stand, ebenso zu den Darwinisten (hauptsächlich zu Haeckel) wie Fuhlrott, der den Neandertaler beschrieb, Dubois, der den Pithekanthropus entdeckte, zu seinem Zeitgenossen Semmelweis, dem Entdecker des Kindbettfiebers, und zu vielen anderen. Er hemmte als „Wissenschaftspapst“ die Entwicklung der Wissenschaften, was seine nachträgliche Wertung erschwert, denn es wäre unbillig, seine außerordentlichen Fähigkeiten und seinen großen Einfluß zu leugnen.

Virchow war in erster Linie Prosektor. Auf die Details seines medizinischen Schaffens kann hier nicht eingegangen werden; doch eins steht fest: Die Bedeutung seiner im Jahre 1858 erschienenen *Cellu-*



Rudolf Virchow, 1821–1902

larpathologie übersteigt den medizinischen Rahmen, sie ist eine der Grundlagen für das in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts aufkommende zellbiologische Interesse. Einer der bedeutendsten Erfolge des Jahrhunderts war die Entdeckung der Zellenstruktur und ihrer Funktion einschließlich der Klärung der generativen Rolle des Zellkerns. Mit Funktion und Entwicklung der Zellen befaßten sich Mohl, Nägeli, Kölliker, Unger, Henle und zahlreiche andere hervorragende Biologen.

Erasmus Darwin und Jean Lamarck

Wir sind etwas zu schnell nach vorn geeilt. Um Anschluß an die andere große biologische Idee des 19. Jahrhunderts, den Ursprung der Abstammungslehre, zu finden, müssen wir noch einmal in die Zeit der Französischen Revolution zurückkehren.

Ausgangspunkt war das Dogma Linnés von der Konstanz der Arten: Die Arten seien zum Zeitpunkt der biblischen Schöpfung bereits vorhanden gewesen und veränderten sich seitdem nicht. Wir konnten bisher feststellen, daß das 18. Jahrhundert im großen und ganzen sowohl die biblische Schöpfungsgeschichte akzeptierte als auch Entwicklungen in der Pflanzen- und Tierwelt anerkannte, deren Ursachen auf die „Stufenleiter“, auf das stufenweise Ordnungssystem, zurückgeführt wurden. Über die Entwicklung gab es mehrere Vorstellungen. Die eine setzte einen stationären, einen unveränderlichen Zustand voraus, eine andere die finale (zielbedingte) Progression und eine weitere eine kausale Aufeinanderfolge. Trotz dieser Unterschiede stimmten alle in einem überein: Sie leugneten den Grundsatz der Abstammung, nach dem die höherentwickelten von den niedrigentwickelten Arten abstammen. Viel Durcheinander entstand schließlich dadurch, daß der Begriff der *Evolution* (Entwicklung) im 18. Jahrhundert von den Präformisten mit Beschlag belegt wurde. (Charles de Bonnet und seine Anhänger waren begeisterte Evolutionisten.) Mit dem Beginn der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts bedeutete nämlich Evolution genau das Gegenteil: die nichtpräformationistische, im darwinischen Sinne gefaßte Abstammungslehre.

Die erste primitive Definition der Evolution stammt von Erasmus Darwin, dem Großvater Charles Darwins.

Erasmus Darwin war praktischer Arzt und Botaniker in Nottingham.

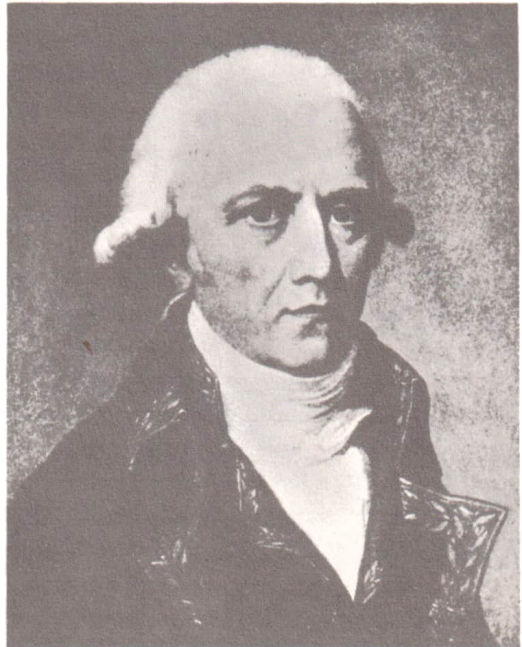
Auf Grund seiner schriftstellerischen Begabung schrieb er naturkundliche Lehrbücher und veröffentlichte seine Ideen und Erkenntnisse in populärwissenschaftlicher Form. In einer dieser Veröffentlichungen, in der im Jahre 1794 erschienenen vierbändigen *Zoonomia oder Gesetze des organischen Lebens*, entdeckte er gewissermaßen nebenbei die Theorie seines Enkels, die Abstammungslehre. Dieses Buch ist eine Art populärmedizinischer Ratgeber, wobei der Autor zur Auflockerung einige naturphilosophische Betrachtungen einfügte. In einem solchen Zusammenhang ließ sich der alte Darwin über den Ursprung und die Frage der Abstammung des Menschen aus. Dabei vertrat er die Meinung, daß sich die Arten genauso in der Entwicklung befänden wie die Individuen. Die Entwicklung werde durch die äußeren Bedingungen, die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit bestimmt. Am Anfang wäre jeder Organismus überaus einfach gestaltet, die neuen Notwendigkeiten seien durch die Veränderung der äußeren Bedingungen entstanden. Die Lebewesen wären bald imstande gewesen, abweichende Arten zu entwickeln, obwohl sie ursprünglich von gemeinsamen Ahnen abstammten. Unter den so entstandenen Veränderungen gingen die Unvollkommenen zugrunde, die Vollkommenen blieben bestehen, und unter den Arten seien ständig Übergangsformen vorhanden.

Obwohl Erasmus Darwin gern gelesen wurde und seine Bücher in mehreren Sprachen und Ausgaben erschienen, erzielte die neue Theorie keinerlei Wirkung. Erasmus Darwin selbst hielt seine Ansicht nicht für umwälzend und trat in keiner Weise für deren Anerkennung ein. Seitens der Wissenschaftler gab es überhaupt keinen Widerhall; selbst sein Enkel Charles würdigte die Meinung seines Großvaters nicht.

Einige Jahre nach dem Erscheinen der *Zoonomia* begann im Jahre 1800 Jean Lamarck in Paris seine transformistische Idee zu verkünden. Heute wird er meistens nur noch als Vorläufer Darwins erwähnt beziehungsweise als Naturphilosoph, obwohl er zu seiner Zeit gerade in dieser Eigenschaft nicht geschätzt wurde. Um so mehr hielt man von ihm als Botaniker, Zoologe, Hydrogeologe und Meteorologe. Die eingehende Darlegung seiner Naturphilosophie erschien 1809 (*Philosophie zoologique*), später, im Jahre 1815, ergänzte er in der Einführung seiner großen Systematik für wirbellose Tiere seine naturphilosophischen Grundsätze. Lamarck gelangte zu der Überzeugung, daß es in der Natur keine beständigen Arten gebe, sondern nur Individuen, die Art selbst sei relativ und ein provisorischer Begriff. Das un-

endlich lange Bestehen der Erde sei durch einen ständigen langsamen Wechsel, durch eine unaufhörliche Umwandlung gekennzeichnet. Die leblose Materie und die Lebewesen verändern sich gleichermaßen. Die Arten stammen voneinander ab, der Annahme Lamarcks zufolge die Polypen und Strahlentiere von den Infusorien, von den Würmern hingegen einerseits die Käfer, Spinnen und Krebse, andererseits die Ringelwürmer und Weichtiere, von diesen die Fische und Reptilien, von den Reptilien die Vögel und Amphibien, von diesen die Wale und Huftiere, von den Huftieren die Klauen- und Nagetiere — beziehungsweise der Mensch. Lamarck schlug vor, an Stelle des Linnéschen künstlichen Systems als *natürliches System* der Lebewesen seine Abstammungsordnung einzuführen.

Der Lamarckismus führt die Entwicklung der Lebewesen auf die Dialektik von zwei Faktoren zurück: auf die Veränderung der Bedingungen und auf die Anpassung. Das Medium, in dem das Tier oder die Pflanze lebt, sei laufend in Umgestaltung begriffen, es entstehen ständig neue Notwendigkeiten, denen sich das Lebewesen anpassen oder auch nicht anpassen könne. Sei es dazu nicht in der Lage, gehe es zugrunde, entspreche es den Anforderungen, forme es sich um. Mittel der Anpassung sei der biologische Drang, der im Interesse der

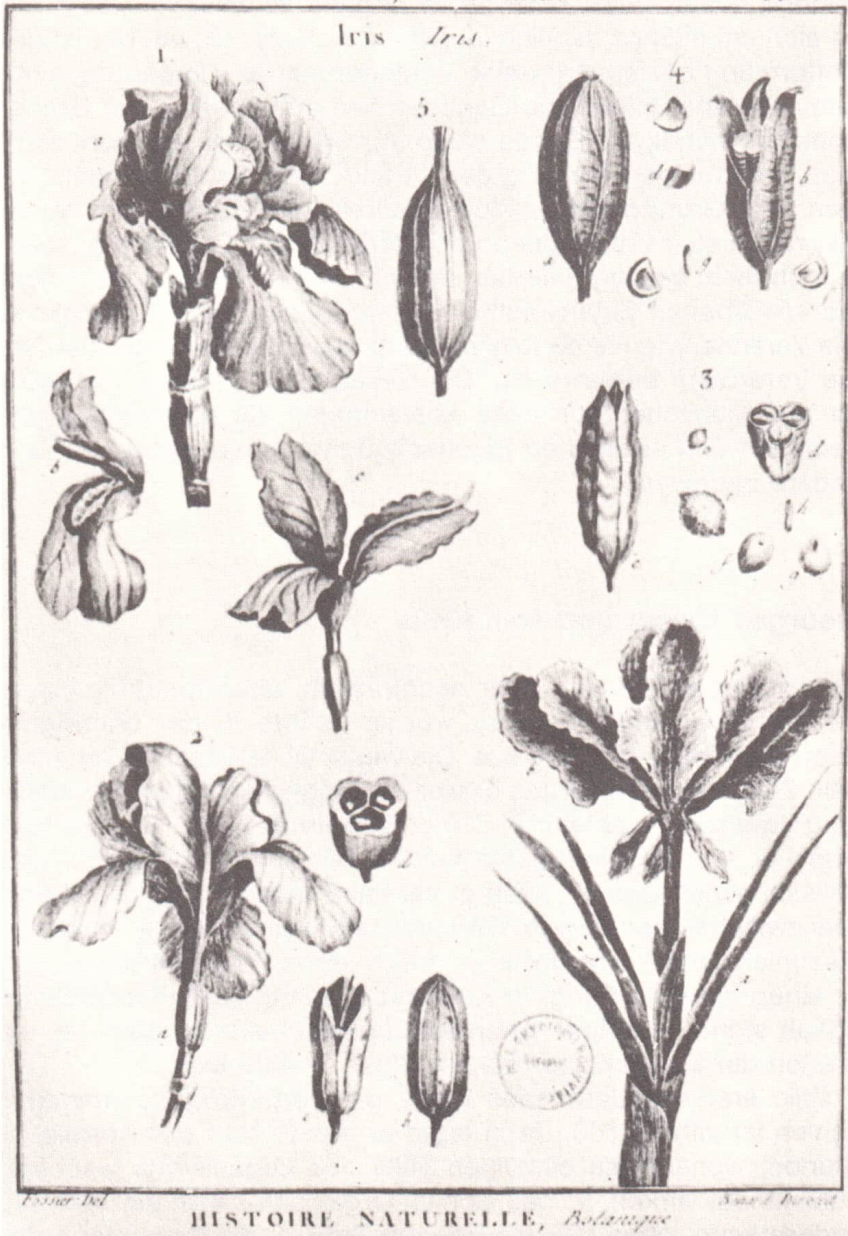


Jean Lamarck, 1744—1829



Abbildungen aus Lamarcks botanischer Enzyklopädie: Primula, Androsace

Iris *Iris*.



Iris

Existenzerhaltung neue Lebensgewohnheiten, neue Triebe und die Bildung neuer Zellen oder neuer Organe veranlasse. Dabei handele es sich um außerordentlich langsame Abläufe, die mit der langsamen Umformung beziehungsweise Veränderung der Umgebung einhergehen, sich über zahlreiche Generationen erstrecken — im Grunde genommen ständig im Gange seien, nur wir würden sie nicht wahrnehmen, weil wir den Vorgang der Veränderung nicht erkennen können. Den zwei Grundgesetzen des Lamarckismus zufolge tritt durch den Gebrauch eine Entwicklung und Stärkung der Organe ein, sofern sie jedoch nicht betätigt werden, ist eine Verkümmern die Folge, und die erworbenen Eigenschaften vererben sich auf die Nachkommen. Die Veränderung werde folglich durch die Betätigung geschaffen, und die Vererbung bewahre sie. Die Gesetze der Transformierung seien für den Menschen, für seine Abstammung, für die Entfaltung seiner geistigen und seelischen Eigenschaften ebenso gültig wie für jedes andere Lebewesen.

Georges Cuvier und sein Kreis

Lamarcks Lehre — die zwar nachträglich, aber immerhin zutreffend als Transformismus benannt wurde — übte in der damaligen Zeit überhaupt keine Wirkung aus. Die wesentliche Ursache lag darin, daß sein Zeitgenosse Georges Cuvier die Möglichkeit einer Artenentwicklung kategorisch ablehnte. Cuvier ähnelte in vieler Hinsicht Virchow. Auch er war annähernd ein halbes Jahrhundert hindurch eine Art „Wissenschaftspapst“, auch er verstand sich vorzüglich auf Politik — was zwischen den Jahren 1789 und 1830 keine geringe diplomatische Geschicklichkeit erforderte —, durch jeden Regimewechsel erlangte er einen höheren Rang. In Anbetracht seiner wissenschaftlichen Tätigkeit stand ihm diese Anerkennung durchaus zu, wenn er auch in Fragen der Entwicklung rückständiger Ansicht war.

Sein erstes bedeutendes Werk, die *Vergleichende Anatomie*, erschien im Jahre 1800. Darin legte er das Prinzip der Korrelation zugrunde, wonach die einzelnen Teile des Organismus wechselseitig aufeinander wirken, so daß sich im Organismus kein einziges Teil verändern kann, ohne daß die übrigen Teile — die Gesamtheit des Organismus — eine Veränderung erfahren würden. Daraus ergibt sich die praktische Methode der *Rekonstruktion*, die von Cuvier auf eine

kunstvolle Stufe gehoben wurde, nämlich daß es in Auswertung eines Knochenrestfundes möglich sei, Rückschlüsse auf den Aufbau des gesamten Organismus zu ziehen und so die ausgestorbene Tierart zu rekonstruieren. Die *Paläontologie*, die erst später diese Bezeichnung erhielt, kann ihre ersten Ergebnisse Cuvier verdanken: Es gelang ihm, eine Reihe von Urtieren aus dem Eozän, die unter dem Montmartre aufgefunden wurden, zu rekonstruieren. Damit begann die Blütezeit der Fossilienkunde.



Georges Cuvier, 1769–1832

In der Einleitung seiner paläontologischen Veröffentlichung teilte Cuvier im Jahre 1817 die *Katastrophentheorie* mit, die von vielen für seine eigene Idee gehalten wird, obwohl sie damals bereits ein halbes Jahrhundert lang die allgemein anerkannte Ansicht war; Bonnet, Buffon, Maupertuis, Pallas, Camper und Cabanis waren ebenso Anhänger der Katastrophentheorie wie die Philosophen Holbach, Herder und Kant. Nur Lamarck wandte sich gegen diese verbreitete Ansicht, indem er lehrte, daß es in der Natur keine sprunghafte Entwicklung gäbe. Cuvier trat mit der Wiederbelebung der Katastrophentheorie energisch eben gegen die Darstellung Lamarcks von einer stufenweisen Entwicklung auf. Er ging davon aus, daß das Aussterben alter und die scheinbare Bildung neuer Arten auf Kataklysmen (Naturkatastrophen) zurückzuführen sei. Die Paläontologie (Fossilienkunde) lieferte offensichtliche Beweise, daß in der Urzeit andere Tiere als heute gelebt haben. Diese Erkenntnis brachte zwar das Dogma Linnés ins Wanken, verstärkte jedoch die Mutmaßung, daß auf einzelnen Gebieten der Erdoberfläche eine plötzliche Vereisung, Sintflut oder Trockenheit aufgetreten war, wodurch die dort lebende Organismenwelt vernichtet oder verjagt worden war, die überlebenden Gruppen aber in andere Gegenden wanderten und dort als „neue Arten“ auftraten. Und so handle es sich – Cuvier zufolge – bei den jetzt ausgegrabenen Urtieren nicht um Vorfahren der jetzt lebenden Arten, sondern um zur Zeit der biblischen Schöpfungsgeschichte mit ihnen gemeinsam entstandene Spezies, die inzwischen ausgestorben seien.

Diese irrige Annahme des angesehenen Wissenschaftlers hemmte lange die Anerkennung der Abstammungslehre. Nachdem zu Cuviers Zeiten weder fossile Affenfunde noch authentisch beglaubigte vorgeschichtliche Menschenfunde entdeckt worden waren – und Cuviers Anschauung zufolge auch nicht auffindbar waren –, hemmte eine falsch gedeutete Formulierung in seinem Buch (*L'homme fossile n'existe pas* – den Urmenschen gibt es nicht) ein halbes Jahrhundert hindurch die Anerkennung der Ergebnisse im Bereich der Urmenschenforschung. Gefäße, Werkzeuge und Felsmalereien des Urmenschen waren bereits seit geraumer Zeit bekannt und aufgefunden worden, im Jahre 1856 sogar seine Knochen, doch das Ansehen Cuviers verhinderte noch immer die allgemeine Anerkennung der Existenz eines Urmenschen.

Cuviers Schicksal gleicht dem Virchows auch darin, daß die Nachwelt oft genug nur seinen Irrtum erwähnt und dabei seine Verdienste vergißt. Lamarcks persönliche Tragödie war es, daß Cuvier seiner Ab-

stammungslehre feindlich gegenüberstand und sie ablehnte, doch man muß sehen, daß weder die Gesellschaft noch die Wissenschaft im ersten Drittel des vergangenen Jahrhunderts für die Lamarcksche Abstammungslehre genügend reif war. Cuvier war der große Biologe seiner Generation und seiner Zeit, Lamarck hingegen eilte seiner Zeit voraus. Das riesige Lebenswerk Cuviers umfaßt die Schaffung der Paläontologie, die Einführung einer neuen Systematik für Tiere, die Erneuerung der vergleichenden Anatomie. Daneben beeinflusste und befruchtete er mit seinem bewunderungswürdigen Organisationstalent die französische Naturwissenschaft. Nebenbei bearbeitete er die Geschichte der Naturwissenschaften vom Altertum bis in seine Zeit. Zu den in seinem Salon und im *Collège de France* gehaltenen Vorlesungen trafen sich die anerkanntesten Wissenschaftler Europas — ja sogar Amerikas. Daß das 19. Jahrhundert durchaus andere Wege beschreiten mußte als das vorherige Zeitalter, daß die Wissenschaft immer exakter demokratischere Methoden anwenden müsse, das hatte Cuvier erkannt und im Jahre 1808 folgendermaßen formuliert: „Die Menschheit einer edlen Bestimmung zuzuführen; zur Erkennung der Wahrheit, gesunde Ideen in den untersten Schichten des Volkes verbreiten, die Menschen von der Herrschaft von Vorurteilen und Leiden befreien, den Verstand als Schiedsrichter und Lenker der öffentlichen Meinung zu erheben: Das ist das höchste Ziel der Wissenschaft, so kann sie zum Fortschritt der Zivilisation beitragen . . . All die Hypothesen, all die mehr oder weniger findigen Mutmaßungen, die noch in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts modern waren, werden heute von den wahren Wissenschaftlern abgelehnt: Ihren Urhebern soll nicht einmal vorübergehende Ehre zuteil werden. Nur die Erfahrung durch Wiegen, Messen und Rechnen und der Vergleich der verbrauchten und neugewonnenen Materialien soll ausschlaggebend sein; das ist heute der einzig annehmbare Weg für Schlußfolgerungen und Beweisführung.“

Ständige Besucher von Cuviers wissenschaftlichem Salon waren der Bergbauingenieur Brongniart, der sich autodidaktisch zum Geologen und Paläontologen entwickelt hatte, der vergleichende Anatom Blainville, der das Knochengefüge der Wirbeltiere erforschte (später ein leidenschaftlicher Gegner Cuviers wurde), der Physiologe Dutrochet, der Chirurg Dupuytren, Kopf der französischen Medizinschule, wie auch der Zoologe Lacépède, der Begründer der Kristallehre Abbé Haüy, der Insektenforscher Latreille, der Astronom Biot, der Mathematiker Prony, der Chemiker Chaptal und viele andere; von den

ausländischen Berühmtheiten verkehrten dort Alexander von Humboldt, Charles Lyell und der noch junge Louis Agassiz.

Zum Freundeskreis Cuviers gehörte — später wurde er sein leidenschaftlicher Diskussionsgegner — der Zoologe Geoffroy de Saint-Hilaire, der Gründer der zoologischen Sammlung des Pariser Museums. Seine Zeitgenossen sahen in ihm einen Kämpfer für fortschrittliche Ideen, weil er den Gedanken eines „einheitlichen Planes“ verkündete, wonach der Aufbau eines jeden Tieres im wesentlichen der gleiche sei, die Natur nur eine uralte Grundnorm tausend- und millionenfach variiere. Dies ist gegenüber dem Dogma Linnés von der Konstanz der Arten zweifellos ein fortschrittlicher Gedanke, und diese Idee machte es Geoffroy möglich, die analogen und homologen Organe wie auch die biogenetische Rolle der verkümmerten Organe genau zu bestimmen und dadurch die sich mit Mißbildungen beschäftigende Wissenschaft, die Teratologie, zu begründen.

Am Anfang seiner interessanten Laufbahn nahm Geoffroy an der denkwürdigen ägyptischen Expedition Napoleons teil. Seit 1798 verbrachte er drei Jahre in Ägypten. Wie bekannt, wollte Napoleon damals in Afrika für Frankreich Rohstoffquellen und Absatzmärkte erschließen und zugleich den Engländern eine militärische Schlappe beibringen. Das Vorhaben Napoleons endete jedoch mit einem vollkommenen Mißerfolg, er selbst ließ seine ägyptischen Truppen und die wissenschaftlichen Teilnehmer der Expedition im Stich, die desunungeachtet das Sammeln von wissenschaftlichem Material fortsetzten. Im Laufe dieser Expedition wurde der berühmte Stein von Rosette aufgefunden, dank dessen dreisprachiger Inschrift die ägyptische Keilschrift enträtselt werden konnte. Weniger bekannt ist, daß auf Veranlassung von Geoffroy fünfundfünfzig Kisten mit biologischem Material gesammelt und nach Frankreich versandt wurden, dessen Bearbeitung weitere fünfundzwanzig Jahre in Anspruch nahm. Außer Geoffroy gehörten zum wissenschaftlichen Stab die Mathematiker und Physiker Monge und Fourier, der Chemiker Berthollet, der Geologe Dolomieu (nach dem der Dolomit und die Dolomiten benannt wurden), der Insektenforscher Savigny und noch viele andere. Cuvier benutzte die Sammlung mumifizierter ägyptischer Tiere zur Widerlegung des Transformismus von Lamarck: Seht, die Tiere sahen vor zwei- bis dreitausend Jahren genauso aus wie heute, folglich gibt es keine Entwicklung . . .

Geoffroy lehnte anfangs Lamarcks Lehre ebenfalls ab, später jedoch, als er die ausgestorbenen Urreptilien zu untersuchen begann,

kam er zu der Überzeugung, daß das Aussterben der Urwesen durch die Veränderung der Umwelt verursacht wurde, nachdem sie sich der allmählichen Veränderung der Luftzusammensetzung nicht anpassen konnten. Damals — im Jahre 1835 — lehnte er bereits energisch das Linnésche Dogma von der Konstanz der Arten ab und führte die gegenwärtig vorhandenen Arten auf die ausgestorbenen Arten zurück.

Neptunisten gegen Plutonisten

In den dreißiger Jahren, als die Lamarck-Cuvier-Generation bereits gestorben war, geriet die Wissenschaft von der Erde in den Mittelpunkt des Interesses, und zwar durch das Buch von Charles Lyell, der an die Stelle der Katastrophentheorie das Prinzip der fortlaufenden Entwicklung stellte. Hiermit begann die moderne Geologie.

Geologen gab es bereits früher in großer Anzahl, und nicht einmal unbedeutende. Diese Entwicklung begann bereits in der Renaissance mit Agricola; und in deren Verlauf errang die Geologie nach und nach innerhalb der Naturwissenschaften den Platz, den früher die Astronomie eingenommen hatte; sie wurde zur Grundlage des naturphilosophischen Konzeptes. Bereits für Buffon, Lamarck und Cuvier war es selbstverständlich, daß die Existenzbedingungen für Lebewesen durch die Entstehung der Erdkruste zustande gekommen waren. Bisher konnte sich jedoch die Geologie aus dem Bannkreis der Noahlegende nicht befreien: Sie wurde im Streit zwischen den Neptunisten und Vulkanisten hin- und hergerissen oder konnte sich nicht entscheiden, was die Welt zu dem gemacht hat, was sie ist: das Wasser oder das Feuer?

Der Ursprung des Streits lag bereits gut hundert Jahre zurück, als John Woodward, ein Londoner Arzt, 1695 erstmals den Diluvialgedanken (Diluvium = Sintflut) äußerte. Eine die gesamte Erde überziehende Sintflut habe die organischen Wesen vernichtet, und aus der Ablagerung der aufgewühlten anorganischen Teile sei die heutige Erdoberfläche entstanden. John Ray hingegen kam zur gleichen Zeit zu der Erkenntnis, daß nicht das Wasser, sondern das *vulkanische* Element, das in der Erdtiefe lodernde Feuer, die Erdoberfläche gebildet habe, wofür er als Beweis die auch heute noch tätigen Vulkane anführte. Die Anhänger der Sintflut nannten sich *Neptunisten*, die des Feuers bezeichneten sich als *Plutonisten*, und ihre gegensätzlichen

Meinungen verschärften sich vor allem in den Jahren nach 1790. Der bedeutendste Vertreter der Neptunisten war der an der Bergakademie in Freiberg wirkende Abraham Werner, eine bedeutende Autorität der Geologie und Lehrmeister der folgenden Generation; seiner Ansicht nach war die Erde zu Beginn durch das Urmeer bedeckt, nach und nach lagerten oder kristallisierten sich die trockenen Teile heraus: zuunterst die Urgesteine (zum Beispiel Granit), danach die Übergangsgesteine (zum Beispiel Glimmerschiefer), dann die Sedimentgesteine (Kohle, Kalk), bis schließlich die vulkanischen Gesteine der Erdoberfläche durch die nachträgliche Entzündung der Kohle entstanden seien. Zur gleichen Zeit hielt James Hutton, ein schottischer Arzt und Geologe und Gründer einer chemischen Fabrik in England, die Erde für ein in eine abgekühlte Kruste eingeschlossenes gashaltiges Magmagebilde, das zuweilen durch die Vulkane hervorbreche oder auch an bestimmten Abschnitten infolge des Gasdruckes Dampf entweichen lasse; die herausbrechende feurige Masse kühle dann schließlich ab und werde zu Stein.

Die vulkanistische Anschauung, die Hutton im Jahre 1785 verkündete, widersetzte sich der Katastrophentheorie und vertrat zugleich die nachher als *Aktualismus* bekannt gewordene Auffassung, wonach heute dieselben Naturkräfte tätig sind, die bereits früher wirksam waren. Die Welt sei fortwährend in Umformung, Verfall und Erneuerung. Der Verfall erfolge nicht in offenkundiger Form von Katastrophen, sondern durch die ständig zermürende Wirkung der Naturkräfte, was an den geologischen Ablagerungen verfolgt werden könne.

Auf die Bedeutung der Ablagerungsschichten machte zur gleichen Zeit (1799) der englische Landmesser, Geologe und erste Kartograph sowie Hersteller einer geologischen Karte von England, William Smith, aufmerksam. Er führte den Begriff des *Leitfossils* ein, der bis in die neueste Zeit für Geologen und Paläontologen eins der wichtigsten Hilfsmittel für die Altersbestimmung der Gesteinsformationen darstellt. Für die einzelnen Schichten sind die darin enthaltenen Überreste von bestimmten Pflanzen oder Tieren charakteristisch. So war es einerseits auf Grund der bereits bekannten Schichten verhältnismäßig einfach, das Alter und die Art der enthaltenen Fossilienfunde zu bestimmen, andererseits das Alter der Schichten durch die darin aufgefundenen und bereits bekannten Fossilien festzustellen.

Der Streit zwischen den Neptunisten und Vulkanisten wurde bald zum ideologischen Scheidewasser. Die Neptunisten schlossen sich der biblischen Schöpfungsgeschichte an; die Vulkanisten hingegen

hielten die Erde für viel älter als sechstausend Jahre und gerieten demzufolge in Gegnerschaft zur Heiligen Schrift. Hutton bereitete dem Klerus viel Ärger. Schließlich stempelte der Klerus ihn zum Atheisten. Trotzdem verharrten nur extrem klerikal eingestellte Naturforscher bei der Sintfluttheorie – zum Beispiel die Franzosen Cuvier und Deluc oder die Engländer Sedgwick und Buckland (sonst eigentlich hervorragende Fachexperten) –, bis der fortschrittlichere Geist nach und nach den Neptunismus überholte. Dann schlossen sich nicht nur die Schüler Huttons, wie der hervorragende Playfair oder James Hall, an, sondern auch die bedeutendsten Schüler des Neptunisten Werner: der Weltreisende Alexander von Humboldt und der gleichfalls durch Weltreisen bekannte Leopold von Buch, der die Krater der Kanarischen Inseln ebenso untersuchte wie das Gestein des Jura oder die im Verlauf von Ausgrabungen aufgefundenen Überreste fossiler Wirbelloser. Der Thüringer von Hoff hingegen scherte sich nicht mehr um den Streit der Neptunisten und Vulkanisten, er beschrieb die natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche und vertrat sonst die Thesen des Aktualismus, nach dem wir aus der Kenntnis der Naturkräfte der Gegenwart auf die in der Vergangenheit abgelaufenen Prozesse schließen können.

Wie daraus ersichtlich, war die Geologie bereits vor dem Auftreten von Lyell eine entwickelte Wissenschaft, und gewissermaßen lag bereits alles „in der Luft“, was er in seinen *Grundlagen der Geologie* in den Jahren 1830 bis 1833 der Öffentlichkeit bekanntgab. Und so verhält es sich oft in der Geschichte der Wissenschaft. In der Regel gibt es keine unerwarteten Entdeckungen, und gibt es sie trotzdem, so führen sie zunächst nicht zum Erfolg und geraten oft einfach in Vergessenheit; erst später greift die Wissenschaft auf sie zurück, wie es beispielsweise Kopernikus, Lamarck, Auenbrugger, Mendel und anderen erging. Jeder Entdeckung liegen gesellschaftliche, wissenschaftliche und historische Aspekte zugrunde. Nicht zuletzt darauf sind schließlich der Prioritätsstreit und die überraschende Parallelität vieler Erfindungen zurückzuführen. Es ist bestimmt nicht zufällig, daß Newton und Leibniz gleichzeitig auf das Geheimnis der Integralrechnung kamen; Bolyai, Lobatschewski und Gauß auf die nichteuklidische Geometrie; Mayer, Joule und Helmholtz auf das Prinzip der Erhaltung der Energie; Darwin, Wallace und Spencer auf die natürliche Auslese. Die wissenschaftliche Entwicklung hat ihre eigenen Gesetze, dazu gehören auch die nicht verstandenen Vorläufer und die verständnisvollen Zeitgenossen, die ebendeswegen verständnisvoll

sind, weil Vorläufer der Idee bereits den Boden bereitet haben, die dann vom Entdecker in eine verständliche Form gekleidet wird und auch jene überzeugt, die sich früher skeptisch verhalten haben.

Der Aufschwung der Geologie begann mit Lyells *Grundlagen der Geologie*. Cuvier hatte es vielleicht noch erlebt, wie Lyell der Katastrophentheorie den Todesstoß versetzte; Leopold von Buch ist es vielleicht noch bewußt geworden, daß es auch nicht ganz richtig war, vom Lager der Neptunisten vollends auf die Seite der Vulkanisten zu wechseln: Ein bißchen Wahrheit ist nämlich in beiden Ansichten enthalten, doch waren beide bereits unzulänglich und überholt. Die Noahlegende und die biblische Schöpfungsgeschichte gerieten ohne viel Aufsehen in Vergessenheit. Durch den Einfluß Lyells entwickelte sich aus der spekulativen Wissenschaft von der Erde eine empirische Wissenschaft, die nur noch Fragen akzeptierte, auf die die Erfahrung antworten konnte: aus den Beobachtungen von heute Rückschlüsse auf die Vergangenheit ziehen; sich dabei auf die Erfahrungen verlassen, denn die Naturgesetze sind heute genauso gültig wie einst. Der Weltgeschichte steht eine unendliche Zeit zur Verfügung (wie es Lamarck lehrte), die anorganische Welt hängt eng mit der organischen zusammen — denn beide sind voneinander abhängig; zum Beispiel besteht das Gefüge des Meeresbodens oder vieler Berge aus den Kalkgehäusen der einst lebenden Muscheln. Alles, was sich einst zgetragen hat, geschieht auch heute, und umgekehrt. Die Veränderungen vollziehen sich in winzigen Schritten, doch wenn wir die Jahrmlionen bedenken, entstehen oder versinken eben doch Berge, tauchen Inseln in der Tiefe unter, werden Buchten verschüttet — die Oberfläche der Erde befindet sich in einer fortlaufenden Veränderung. An die Stelle der welterschütternden Katastrophen tritt die Summierung der kleinen Veränderungen.

All dies wurde mit einem Male von selbst so selbstverständlich, so klar, wie es bisher für unmöglich gehalten wurde. Lamarck und die anderen Vorläufer wurden noch wegen der gleichen Ideen bedauert, ausgelacht und vergessen. Lyell hingegen, der große Stolz Englands und der Naturwissenschaften, wurde Vorsitzender der Linné-Gesellschaft und der Royal Society und Europas größte Fachautorität. Er verdiente es auch. Darwin trat mit Lyells Buch seine Weltreise an. Lyells Werk gab nicht nur der Geologie, sondern auch der Paläontologie, der Archäologie, der Ethnographie, der Paläanthropologie sowie der Erforschung der primitiven Kulturen einen enormen Auftrieb. Darüber hinaus war es charakteristisch für die Kultur des vergangenen

Jahrhunderts: Die Zahl der interessierten Menschen war zwar relativ klein, doch innerhalb dieser Gruppe waren die *Grundlagen der Geologie* ein genauso bekanntes und allgemein gelesenes Buch wie jeder große Roman dieser Epoche.

Auf „Gesteinsjagd“

Den weiteren Verlauf der stürmischen Entwicklung im Bereich der Geologie, Paläontologie und Paläanthropologie möchte ich lediglich jeweils durch einen großen Namen oder ein bedeutsames Ereignis aufzeigen. In dieser Zeit entwickelte sich insbesondere die „Gesteinsjagd“ zur Leidenschaft, sie wurde zu einer ähnlichen Zerstreuung wie zu Linnés und Rousseaus Zeiten das Botanisieren: Aus Amateuren schufen Praxis und Leidenschaft Fachleute. Vielen Menschen des vergangenen Jahrhunderts stand sicherlich mehr Zeit zur Verfügung. Manche hatten reichlich Muße, nach Blumen, Käfern und Steinen herumzustöbern; zwischen dem Wissenschaftler und dem Amateur bestanden keine so engen Grenzen wie heute, im Gegenteil: Unter den bedeutendsten Naturwissenschaftlern gab es viele Autodidakten, die sich ohne fachliche Ausbildung zu Fachexperten entwickelten. Einige Beispiele kennen wir bereits aus früherer Zeit, so von Bernard Palissy und Lamarck. (Der erste war Töpfer, der letztere Berufsoffizier.) Jetzt wurde diese Art von Ausbildung gang und gäbe. Der Stolz der englischen Geologen und Paläontologen, Murchison, bereitete sich als Geistlicher wie Linné vor, war Berufsoffizier wie Lamarck, verbrachte seine Jugend mit Reiten und der Jagd wie Darwin – später wurde er Experte für die Pflanzen- und Tierwelt des Silurs, Vorsitzender der Englischen Gesellschaft für Geologie und Direktor des Instituts für Erdkunde. Ein anderer großer Erforscher des Silurs war der Franzose Barrande, ursprünglich Ingenieur und Erzieher im bourbonischen Königshaus. (Im Jahre 1830 mußte er deswegen emigrieren.) Damals begann er sich mit Paläontologie zu beschäftigen und bearbeitete die Silurformation des böhmischen Beckens in zwanzig umfangreichen Bänden. Ein namhafter Amateur war auch der schottische Maurer Hugh Miller, der die alten Schichten des roten Sandsteins (Old red sandstone) mit der Hilfe von Robert Dick entdeckte, welcher sich vom Bäckermeister zum Paläontologen entwickelte. Der Franzose Marie Rouault war zuerst Hirte, wurde darauf

Barbier und begann dann mit dreißig Jahren Geologie zu studieren. Doch damals besaß er bereits eine weltberühmte Münzen- und Gesteinssammlung. Später entwickelte er sich zum Experten für die urweltlichen Tiere der Bretagne und speziell für die Schwämme des Paläozoikums und wurde mit seiner Sammlung Begründer des Museums für Paläontologie in Rennes.

Unter den deutschen Paläontologen zählte Hermann von Meyer zu den größten Autoritäten. Er studierte Chemie und Mineralogie, doch er wurde Beamter, um auf seine wissenschaftliche Unabhängigkeit nicht verzichten zu müssen. Von Meyer beschrieb zwei Drittel der in Deutschland aufgefundenen vorzeitlichen Säugetiere, Vögel und Reptilien, und im Jahre 1840 gründete er die erste Zeitschrift für Fossilienkunde. Einer der populärsten Gesteinssammler des Zeitalters, Oscar Fraas, war Dorfgeistlicher; er führte seine armselige Gemeinde zu Wohlstand, indem er mit Schulkindern zu Zehntausenden die Gesteine des schwäbischen Beckens sammelte. Es ist bemerkenswert und sicherlich für diese Zeit typisch, daß in der Mitte des Jahrhunderts vorzeitliche Funde besonders gefragte und gutbezahlte Artikel waren. In jeder größeren Gemeinde wurde ein Laden eröffnet, der mit Kristallen, Mineralien, Überresten vorzeitlicher Pflanzen und Tiere und archäologischen Funden Handel trieb. In jedem Dorf verstanden der Geistliche oder der Lehrer, aber auch andere etwas von der Fossilienkunde. Oscar Fraas hatte richtig kalkuliert, als er seinen Gläubigen empfahl, vorzeitliche Objekte zu sammeln. Das Dorf wurde binnen kurzer Zeit wohlhabend. Fraas wurde später Direktor des Stuttgarter Museums für Naturkunde und veröffentlichte serienmäßig seine Entdeckungen über Jura und Trias. In seinem *Vor der Sintflut* betitelten Buch legt er offen dar, daß die Priester die Bibel nicht mehr wörtlich auslegen dürfen. Seine wertvollen Arbeiten wurden von seinem Sohn, Eberhard Fraas, einem der bedeutendsten Juraforscher, gegen Ende des Jahrhunderts fortgesetzt.

In Deutschland wurde die Entfaltung der Paläontologie sehr stark durch jene Monsterlagerstätten begünstigt – in erster Linie durch die Schiefergruben von *Holzmaden* und *Solnhofen* –, aus denen ohne allzu große Mühe die versteinerten pflanzlichen und tierischen Überreste zu Tausenden aufgefunden wurden, unter ihnen auch so bedeutende Funde wie der *Urvogel* im Jahre 1861. Der Urvogel, dessen erste detaillierte Beschreibung von Richard Owen gegeben wurde, ist eine Zwischenform von Reptil und Vogel. Owen war Gegner Darwins, doch einer der hervorragendsten englischen Paläontologen.

Der relativ junge Zweig der Paläontologie erfuhr eine schnelle und gewaltige Entwicklung, so daß bereits in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts umfangreiche zusammenfassende Arbeiten erschienen. Es wurde die Einteilung der großen Zeitalter der Erdgeschichte erarbeitet. Später wurde zwar vieles daran geändert, die Jahrmillionen der einzelnen Zeitalter nahmen in einem fort zu, doch im Grundprinzip blieb sie so, wie sie Lyell konzipiert hatte:

Quartärzeit (viertes Zeitalter)	Alluvium	Eisenzeit
		Bronzezeit
		Steinzeit
	Diluvium	
Tertiärzeit (drittes Zeitalter)	Pliozän	
	Miozän	
	Eozän	
Sekundärzeit (zweites Zeitalter)	Kreide	
	Jura	
	Trias	
Primärzeit (erstes Zeitalter)	Perm	
	Karbon	
	Devon	
	Silur	
	Kambrium	

Die erste systematische Zusammenfassung über das reichhaltige paläontologische Material wurde von dem Heidelberger Zoologen Bronn in den Jahren 1835 bis 1838 herausgegeben, eine Systematik über die in Deutschland vorkommenden Gesteine von Goldfuss und Münster von 1835 bis 1844. Die fossile Pflanzenwelt Frankreichs wurde von Brongniart dem Jüngeren in den Jahren 1848 bis 1854 beschrieben, die fossilen wirbellosen Tiere von d'Orbigny von 1840 bis 1855. Die Systematik der gesamten Paläontologie verfaßte Karl Zittel, der „Linné der Paläontologie“, im Jahre 1872. Inzwischen wurde auch in Amerika mit der paläontologischen Forschung durch Marsh und Cope begonnen, die bei der Erschließung der jungfräulichen Lager-

stätten der Neuen Welt miteinander in Wettstreit traten. Nach Amerika kam auch der aus der Schweiz stammende Louis Agassiz, der in seiner Jugendzeit Cuvier besuchte und während seines ganzen Lebens den Ideen Cuviers treu blieb und folglich ein leidenschaftlicher Gegner Darwins war; doch seine Monographie über versteinerte Fische zählt zu den Grundwerken der Paläontologie.

Es birgt ein klein wenig Tragik in sich, daß die Entwicklung der Paläontologie durch nichts so behindert wurde wie durch den „Vater der Paläontologie“, durch Cuviers übermäßige Autorität und sein großes Ansehen. Tatsächlich konnte er die Entwicklung nicht verhindern, denn die stürmische Entfaltung des Fortschritts war nicht aufzuhalten, doch er übte immerhin einen hemmenden Einfluß aus. Cuvier war nämlich im wesentlichen nur die Fundstelle aus dem Eozän unter dem Montmartre bekannt. Seine Folgerungen waren daher einseitig, so daß sie für andere Fundstellen und andere Zeitalter nicht zutreffen konnten. Dies veranlaßte den leidgeprüften Wladimir Kowalewski 1876 — allerdings mit größter Ehrerbietung —, das paläontologische Ansehen Cuviers zu erschüttern, was in keiner Weise dessen Verdienste schmälerte, der Paläontologie aber erheblichen Auftrieb gab.



Der Urvogel,
eine Zwischenform
von Reptil und Vogel

Die ersten Urmenschenfunde

Die überholte Ansicht Cuviers wirkte sich nirgendwo so schädlich aus wie auf dem Gebiet der Urmenschenforschung. Unter Bezugnahme auf die Worte Cuviers wurde nämlich Jahrzehnte hindurch jeder urmenschliche Fund in Abrede gestellt. Obwohl Cuvier nur gesagt hatte, daß die ihm bekannten urgeschichtlichen Fundstellen keine authentischen urmenschlichen Überreste enthalten, hat sich die Nachwelt eben vor allem nur seinen Ausspruch gemerkt: *L'homme fossile n'existe pas* — und das genügte, um alle urmenschlichen Funde abzulehnen.

So geschah es noch zu Lebzeiten Cuviers mit Baron Schlotheim, der im Jahre 1820 die Kunde über die Skelette von acht Urmenschen verbreitete, die er im Laufe seiner Ausgrabungen in Thüringen zwischen Urtierknochen aufgefunden hatte. Ob es sich tatsächlich um urmenschliche Funde gehandelt hatte, werden wir nie erfahren. Cuvier zog deren Authentizität unbesehen in Zweifel, Schlotheim verlor sein Interesse daran und befaßte sich nicht weiter damit, so daß die Funde unwiederbringlich verlorengegangen sind. Meldungen über Funde gab es auch aus früherer Zeit. In dem Französischen Jura stieß der Geistliche Esper im Jahre 1774 in einer Höhle auf urmenschliche Knochen; später fand man in Andalusien Höhlenmalereien und in England Steinwerkzeuge. Boué grub 1823 im Schwarzwald ein kopfloses Frauenskelett aus und präsentierte es der Pariser Geologischen Gesellschaft unter der Bezeichnung *Rote Dame*, doch Cuvier war davon nicht zu überzeugen. Es wurden Werkzeuge und vereinzelt Höhlenzeichnungen aufgefunden, doch das reichte ebenfalls nicht aus, um seine Vorurteile aus der Welt zu schaffen.

Ein Jahr nach dem Tode Cuviers, im Jahre 1833, berichtete der belgische Arzt Schmerling in einem zweibändigen Buch über seine Ausgrabungen in der Umgebung von Liège, in deren Verlauf er in der Tiefe einer Höhle zwischen den Überresten von Bären, Mammuten und Wollhaarnashörnern auf menschliche Schädel stieß und daraufhin drei vollkommene Skelette ausgrub. In der Fundstelle befanden sich viele Knochen und aus Feuerstein gefertigte Werkzeuge, Waffen und Gebrauchsgegenstände. Die Funde waren unmißverständlich — doch die Autorität Cuviers mächtiger: Die wissenschaftliche Welt nahm von den Schätzen der Engis-Höhle einfach keine Notiz.

Die Zahl der Funde nahm ständig zu, und die Zeit arbeitete schließlich doch für die vom Glück begünstigten Dilettanten. Wieder stießen

zwei Steinsammler auf Material, an dessen Echtheit nicht mehr gezweifelt werden konnte. Boucher de Perthes war der eine, Edouard Lartet der andere.

Jacques Boucher de Perthes war ursprünglich Schriftsteller und schrieb in der napoleonischen Zeit Trivialromane. Später wurde er Vorsteher des Zollamtes in Abbeville, einem kleinen Städtchen in Nordfrankreich. Dort langweilte er sich und hatte viel Zeit. Er begann sich mit Archäologie und Paläontologie zu beschäftigen und im Tal der Somme nach vorsintflutlichen Menschen zu suchen. Er hatte Glück. Im Jahre 1838 stieß er auf Feuersteinwerkzeuge, und zwar zwischen Mammut-, Nashorn- und Höhlenbärenknochen, wie vor ihm Schmerling. Heute sind uns vorzeitliche Waffen, Schab- und Schneidwerkzeuge gut bekannt, doch damals war es nicht einfach, festzustellen, daß es sich um Produkte menschlicher Arbeit handelte. Boucher de Perthes schrieb zunächst Bücher über keltische und vorsintflutliche Menschen – doch man glaubte ihm nicht. Er beging nämlich den Fehler, daß er die Fundstelle dem Tertiär zurechnete; eine von der Pariser Akademie entsandte Kommission stellte indessen fest, daß die Lagerstätte dem Quartär angehörte. Die fraglichen Fundobjekte zu überprüfen wurde jedoch unterlassen. Boucher de Perthes aber gab nicht auf. Er wandte sich an die fortschrittlicher eingestellten englischen Paläontologen, und er wurde nicht enttäuscht. Falconer, Murchison, Godwin-Austen und Lubbock und im Jahre 1859 Charles Lyell selbst fuhr an Ort und Stelle und bewiesen, daß die vorgefundenen Geräte tatsächlich von Urmenschen gefertigt und benutzt worden waren, obwohl die Fundstelle nicht dem Tertiär angehörte.

Der Entdecker hatte noch viele Schwierigkeiten mit den französischen Akademikern. Élie de Beaumont, der ständige Generalsekretär der Akademie, war zwar ein hervorragender Paläontologe und Geologe, doch uneingeschränkt Anhänger Cuviers. Das Sommetal wurde damals zur Fundgrube ungezählter urmenschlicher Waffen, Werkzeuge und Schmuckgegenstände, aber die neugierigen Besucher strömten vergebens aus allen Gegenden nach Abbeville. Élie de Beaumont verwahrte sich selbst dagegen, die dem Museum für Naturkunde von Boucher de Perthes als Geschenk angebotene Sammlung anzunehmen und auszustellen. Erst im Jahre 1862 war das Eis gebrochen, seither ist die berühmte Sammlung Zierde des Museums in Saint-Germain.

Zur gleichen Zeit widmete sich in Südfrankreich ein Rechtsanwalt

der Urmenschenforschung. Der Garten von Edouard Lartet befand sich an einer vorzüglichen Stelle, am Ufer der Garonne. Als Lartet seinen Garten umgrub, stieß er auf den Zahn eines prähistorischen Elefanten. Von diesem Zeitpunkt an wurde er leidenschaftlicher Fossiliensammler. Lartet selbst war auch überrascht, als ihm im Jahre 1837 in einer Tertiärfundstelle der Pyrenäen der Kieferknochen eines Menschenaffen in die Hände geriet. Jetzt widmete er sich wie besessen der Suche nach den Vorfahren des Menschen, und nicht erfolglos: Im Jahre 1856 fand Lartet einen weiteren Menschenaffenkieferknochen, dessen Träger er *Dryopithekus* – Menschenaffe – taufte. Später bestätigte sich, daß diese Affenart ein wichtiges Glied in der Geschichte der Menschwerdung darstellte. Da es ihm aber nicht gelang, in den tertiären Lagerstätten menschliche Überreste zu finden, versuchte er sein Glück in den reichen Lagerstätten des Quartärs. Es gelang ihm im Tale der Vézère, nacheinander die Wohnstätten des Cromagnonurmenschen und die heute bereits weltberühmten Höhlen von *Les Eyzies*, *Le Moustier* und *La Madeleine* zu erschließen. Der Widerstand Élie de Beaumonts und seiner Anhänger – obwohl bereits überall in der Welt Spuren des Urmenschen entdeckt worden waren, ja im Neandertal sogar der Urmensch selbst – konnte erst bezwungen werden, als Lartet auf einem Mammutstoßzahn die von einem Urmenschen angefertigte Zeichnung nachwies.

Die Anerkennung des Neandertalers verlief mit ähnlichen Schwierigkeiten recht abenteuerlich. Es begann damit, daß im Jahre 1856 eine Industriebahn in dem bislang einsamen Neandertal gebaut wurde. Während der Arbeiten entdeckten Arbeiter in der Mitte einer hohen Felswand den Eingang zu einer Höhle, und nachdem sie auf Leitern hochgeklettert waren, fanden sie in der Höhle Knochen vor. Damals waren bereits die Wertschätzung archäologischer Funde und das paläontologische Interesse derart verbreitet, daß die Finder die Knochen nicht wegwarfen, sondern in das nahe gelegene Städtchen Elberfeld brachten, um sie Johann Carl Fuhlrott, dem Mathematik- und Erdkundelehrer, zu zeigen. Fuhlrott erkannte sofort, daß es sich um einen außergewöhnlichen Fund handelte. Die Knochen stammten nicht von Höhlenbären, sondern von Menschen, doch von andersgearteten Menschen als den heutigen. Er überbrachte die Knochen Hermann Schaaffhausen, dem Paläontologen und Anatomen in Bonn, in der Überzeugung, eine urmenschliche Fundstelle entdeckt zu haben; Schaaffhausen, der Fachexperte, bestärkte ihn in seiner Annahme. Fuhlrott hielt über diese Entdeckung von großer Tragweite Vorträge,

er schrieb auch Artikel, doch seine Veröffentlichungen fielen nicht auf fruchtbaren Boden. Es setzte eine leidenschaftliche Diskussion ein, die annähernd ein halbes Jahrhundert anhielt. Viele merkwürdige Behauptungen wurden im Laufe des Streites laut, die Existenz eines Neandertaler Vorfahren mit den unmöglichsten Argumenten abgelehnt. Und jetzt erwies sich, welche entscheidende, aber schädliche Rolle der übertriebenen Autorität zukommt. Obwohl unter den Engländern keine Geringeren als Lyell und Huxley, unter den Deutschen Schaaffhausen, Vogt, Büchner und Haeckel einmütig die Authentizität des Neandertaler Urmenschen anerkannten, genügte ein „abwertender“ Artikel von Rudolf Virchow, daß Fuhlrott die Schlacht verlor. Die Neandertalerknochen stammten nicht vom Urmenschen, sondern von einem von der Englischen Krankheit befallenen und an Gelenkentzündung leidenden Greis – schrieb Virchow im Jahre 1870, und damit beendete er anscheinend die Diskussion. Erst im Jahre 1901 widerlegte der Straßburger Anatom Gustav Schwalbe die Behauptung des Prosektors – damals wurde es offensichtlich, daß der seit langem verstorbene Fuhlrott recht hatte: Der *Homo neandertalensis* ist der zwischen der Entwicklungsstufe des heutigen Menschen und der des vorzeitlichen Affenmenschen (Pithekanthropus) stehende Urmensch.

Der Schädel des javanischen Affenmenschen wurde im Jahre 1894 in der Umgebung von Trinil von Emil Dubois, einem holländischen Anthropologen, aufgefunden. Die Geschichte dieses Fundes ist ebenso abenteuerlich wie die des Neandertalers – doch dies fällt bereits in das nächste Jahrhundert. Zum vergangenen Jahrhundert hingegen gehört noch die Entdeckung jener Höhlen, in denen nicht nur Werkzeuge der Urmenschen; ihre Waffen, Feuerstellen und dergleichen aufgefunden wurden, sondern dazu zählen auch die an die Felswände gemalten Kunstwerke, so zum Beispiel die berühmten Höhlenmalereien von Altamira, von deren Entdeckung und dem Leidensweg ihres Entdeckers Sautuola ich am Anfang des Buches bereits berichtet habe.

Darwinismus liegt in der Luft

Die Entstehung der Arten erschien im Jahre 1859. Im Vorwort einer späteren Ausgabe verweist Charles Darwin auf folgendes: Die Zeitgenossen würden jetzt so tun, als habe der Darwinismus bereits in der

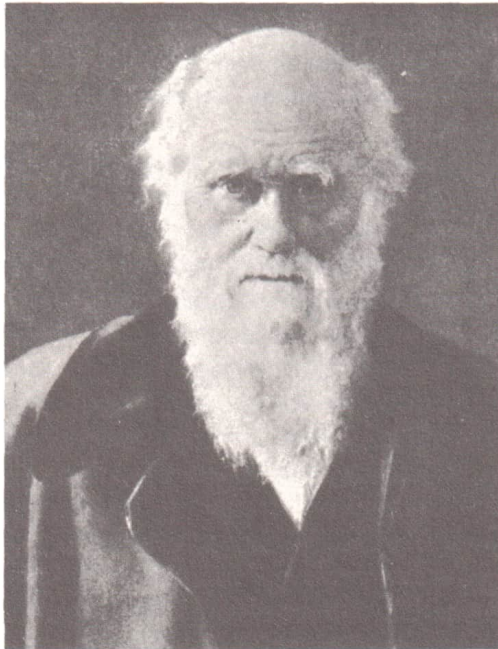
Luft gelegen. Es brauche sozusagen nur ausgesprochen zu werden, was jedem bereits auf der Zunge liege, doch er selbst teile diese Ansicht nicht. Wer auch immer vor 1859 gefragt wurde, der habe die Grundlage der Linné-Doktrin vertreten; über Stammesgeschichte, Abstammung, den Kampf um das Dasein und die natürliche Auswahl habe niemand gesprochen.

Darwin hatte darin sowohl recht wie auch unrecht. Die Lösung, die der Welt im Jahre 1859 dargelegt wurde, ist in der Tat seine Schöpfung, sein ursprünglicher und persönlicher Einfall. Trotzdem muß man zugeben, daß die Luft einerseits mit der Idee der Entwicklung, andererseits mit jener versteckten oder offenen Überzeugung erfüllt war, daß das Dogma der Unveränderlichkeit der Arten unhaltbar sei. Darwin selbst zählte die lange Reihe der Vorläufer auf, die in irgendeiner Art und Weise das Problem angeschnitten hatten, und seitdem wurden noch weitere Vorgänger gefunden. Vielleicht sogar mehr, als es in Wirklichkeit gab; die ein wenig oberflächlich urteilende Nachwelt glaubte darwinistische Ideen bei Buffon, Goethe, Kant, Herder, Oken, Geoffroy de Saint-Hilaire und in Ideen anderer Wissenschaftler entdeckt zu haben. In Wirklichkeit handelte es sich nur insoweit um Vorläufer Darwins, als sie möglicherweise über irgendein Entwicklungsprinzip nachgedacht hatten. Echte Vorläufer waren tatsächlich nur Erasmus Darwin und Jean Lamarck wie auch der zeitgenössische Philosoph Spencer. (Und gerade das Wirken dieser Männer wurde von dem sonst ungewöhnlich bescheidenen, seine Gegner stets achtenden Darwin nicht gewürdigt.)

Darwins Lehre wurde nicht durch seine Vorläufer zeitgemäß und gegenwartsnah. An die Bücher von Lamarck und Erasmus Darwin hatte sich im Jahre 1859 wahrhaftig niemand mehr erinnert. Jedoch der Gemeinsinn, die wissenschaftliche Anschauung und das Denken hatten sich seit der Jahrhundertwende grundlegend geändert. Darwin gelang es, mit drei wissenschaftstheoretischen Dogmen abzurechnen: mit Linnés Fixismus, der biblischen Schöpfungsgeschichte und der Katastrophentheorie. Die beiden letzteren hatten ihren Todesstoß bereits von der Geologie und Paläontologie erhalten: Niemand glaubte mehr an die sechstausendjährige Weltgeschichte, wenn die Geologie und Paläontologie bereits mit Jahrmillionen rechneten, und nach Lyell bekannten sich nur noch einige hartnäckige Anhänger Cuviers zur Katastrophentheorie. Linnés Thesen wurden nicht so entscheidend getroffen, doch sie gerieten ernstlich ins Schwanken: Wenn die biblische Sechstageschöpfungsgeschichte nicht wahr sei,

gäbe es auch keinen Grund zu glauben, daß die heutigen Arten auf einmal und sogleich fertig entstanden seien, um so weniger, weil die Erde die Knochen unserer Vorfahren und sonstige Überreste aus der Vorzeit in unbegrenzter Menge birgt. Im Grunde genommen brauchte nur der Beweis erbracht zu werden, daß jene Überreste tatsächlich von unseren *Vorfahren* abstammten, um somit die Erklärung unserer *Abstammung* zu finden. Dies wurde von Darwin getan.

In der allgemeinen Meinung und in den Ansichten war eine merkliche Änderung eingetreten. Betrachten wir uns die einzelnen Jahreszahlen: Um die Mitte des Jahrhunderts — nachdem die Achtundvierziger Revolution über Europa hinweggefegt war — erblühte und entfaltete sich das moderne wissenschaftliche Leben. In den fünfziger Jahren wurden nacheinander urmenschliche Überreste aufgefunden. Damals entstand in den Solnhofener Schieferbrüchen so etwas wie ein paläontologischer Großbetrieb; die Physiologie befreite sich vom Mystizismus und entwickelte sich unter dem Einfluß von Johannes Müller, Carl Ludwig, Du Bois-Reymond und Claude Bernard zur exakten Experimentalwissenschaft. In diesen Jahren wurden die Pflanzenphysiologie von Nägeli, die Gewebelehre von Kölliker, die Anthropologie von Broca, die Zelltheorie von Virchow, die Embryologie und Ontoge-



Charles Darwin, 1809–1882

nese von der Schule Baers ausgearbeitet. Carl Vogt und Ludwig Büchner begannen Mitte der fünfziger Jahre mit ihrem leidenschaftlichen Kampf gegen den Aberglauben, jetzt wurde das Prinzip von der Erhaltung der Energie zum Allgemeingut. Semmelweis schrieb seine Abhandlung über das Kindbettfieber, Pasteur begann mit der Erforschung der Mikroben, Spencer stellte im Jahre 1855 sein Grundgesetz über die natürliche Auslese auf, und Wallace kam 1858 auf den gleichen Gedanken wie Darwin . . . Deshalb und insofern lag der Darwinismus zum Erscheinungszeitpunkt der *Entstehung der Arten* in der Luft. Richtig, nicht der Darwinismus, sondern die *Evolution* hing in der Luft, die Entwicklung, deren biologischen Aspekt der Darwinismus verkörpert.

Nach 1848 wurde die *Evolution* sowohl in der Philosophie und der Naturwissenschaft als auch in der Technik und Industrie zum Leitmotiv. Das erhöhte bürgerliche Selbstbewußtsein, das erwachte Selbstbewußtsein der Naturwissenschaftler und das sich entfaltende Selbstbewußtsein der Arbeiter versetzte alle Schichten in die Lage, gleichermaßen an die Entwicklung zu glauben und zu hoffen. Wo zu diesem Zeitpunkt keine Revolution stattfand — in England —, dort wurde die Idee der Entwicklung durch die Industrierevolution näher an die Menschen herangebracht. Und diese Entwicklung war wahrhaftig bemerkenswerter als irgendeine zuvor, nicht nur in der Naturwissenschaft und Technik, sondern auch im gesellschaftlichen Leben, in dem gerade damals zwei gegensätzliche Kräfte aufeinandertrafen: der Kapitalismus und der Sozialismus. Merkwürdigerweise waren die Darwinschen Ideen beiden willkommen. Der Kapitalismus sah im Kampf um das Dasein und im Auswahlprinzip seine Rechtfertigung, seine biologische Untermauerung: Seht, auch in der Natur läuft ein Kampf ab wie im Geschäftsleben. Das radikal-liberale Bürgertum hingegen begrüßte im Darwinismus die Abschaffung des Dogmas der Unabänderlichkeit, und die sich entwickelnde Arbeiterschaft glaubte in der antiklerikal und fortschrittlich eingestellten Wissenschaft einen echten Kampfgenossen gefunden zu haben: Nur der Klerus verhielt sich der „gottlosen“ Lehre gegenüber abgeneigt. Doch auch die Kirche war bereits klüger als zu Zeiten Giordano Brunos: Sie veranstaltete 1882 ein feierliches Begräbnis für Darwin, und im Jahre 1893 verkündete sogar eine päpstliche Enzyklika, daß die biblische Schöpfungsgeschichte nicht im Widerspruch zur Entwicklungsidee stehe. An dem übernatürlichen Ursprung der Seele hielt aber die Kirche weiterhin fest.

Von der Entstehung der Arten

Das Wesen des Darwinismus ist im vollständigen Titel der *Entstehung der Arten* enthalten: „Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl oder die Erhaltung der bevorzugten Rassen im Kampf ums Dasein“. Das heißt, die Arten entstehen durch natürliche Zuchtwahl und dadurch, daß im ständigen Kampf ums Dasein die geeignetere Art erhalten bleibt, während die ungeeignete zugrunde geht.

Darwins Ausgangspunkt ist die *Variabilität*. Jedes Lebewesen ist im Grunde genommen eine Variante (*Variation*), denn es unterscheidet sich um Haaresbreite von jedem seiner Artgenossen. Die Ursache der Variabilität liegt einerseits in der Natur des Organismus, andererseits in den Lebensbedingungen; Darwin hielt das erstere für wichtiger, darin unterschied er sich von Lamarck.

Die Domestizierung der Tiere und Pflanzen, ihre Veredelung, beruht seit Jahrtausenden darauf, daß die Zuchtwahl auf der Grundlage bestimmter Varianten erfolgt, die sich anderen gegenüber vorteilhafter entwickeln und sich von ihnen deshalb unterscheiden. Unter günstigen Voraussetzungen erfolgt dann schließlich eine Vermehrung der einzelnen Varianten, wobei sie ihre neuen Eigenschaften weitervererben. Dies ist die *künstliche Zuchtwahl*, ihr Resultat ist die Vielzahl von Haustierformen und Nutzpflanzen. In der Natur erfolgt das gleiche, aber ohne bewußte Eingriffe. Aus der Fülle der zufälligen Varianten trifft der Kampf ums Dasein die Zuchtwahl der geeigneten Individuen. Die Varianten sind die Voraussetzung für die Entstehung der Arten. Die anhaltend lebensfähigen Varianten werden als systembildende Arten bezeichnet und als beständig angesehen, obwohl diese Beständigkeit auch nur scheinbar ist: Die einzelnen Individuen der Arten weichen auch heute noch, wenn auch nur um Haaresbreite, voneinander ab, und die Einwirkung der Natur ist auch heute noch wirksam, doch viel zu langsam, als daß es während des kurzen menschlichen Daseins zu bemerken wäre. Die Tiere und Pflanzen können darum untereinander in eine verwandtschaftliche Ordnung eingereiht werden, weil sie voneinander abstammen. Die Ähnlichkeit ist darauf zurückzuführen, daß die zu einer Gruppe gehörenden Arten auf gemeinsame Vorfahren zurückgehen. Mit der Enträtselung der *Abstammung* kann ein *natürliches Tier- und Pflanzensystem* aufgestellt werden, in dem sich im Laufe der Zeit unterschiedliche Stufen herausgebildet haben: Variante, Art, Gattung, Familie, Ordnung und Klasse. Die natürliche Auslese, die aus dem Kampf ums Dasein her-

vorgeht und fast zum unausweichlichen Aussterben der Nachkommenschaft von Urarten und zur gegenwärtigen Differenzierung geführt hat, erklärt die großen und allgemeinen Züge der verwandtschaftlichen Beziehungen unter den organischen Wesen, was nichts anderes bedeutet als die vor sich gegangene Einreihung der organischen Wesen in untereinander geordnete Gruppen. Das ist das grundlegende Wesen der *Abstammungslehre* (Deszendenztheorie) oder der Lehre von der *Stammesentwicklung* (Phylogenese, Evolution).

In der Einleitung zur sechsten Ausgabe seines Buches im Jahre 1872 konnte Darwin mit berechtigtem Stolz darauf hinweisen, daß „heute fast sämtliche Naturforscher das bedeutsame Prinzip der Entwicklung anerkennen“. Und in der Tat, der Evolutionslehre gelang es schließlich, den Fixismus Linnés, die fünf- bis sechstausend Jahre alte Schöpfungsgeschichte und die Katastrophentheorie aus der Wissenschaft zu verdrängen, obwohl einzelne Biologen erneut die Möglichkeit aufwarfen, ob Veränderungen von größerer Auswirkung — zum Beispiel das schnelle Aussterben der Urreptilien — vielleicht doch durch Naturkatastrophen verursacht worden seien. Nach Darwin noch behaupten zu wollen, es gäbe keine Entwicklung, ist ebenso naiv, wie nach Galilei den Umlauf der Erde um die Sonne zu bestreiten.

Die Anerkennung der Evolution bedeutet jedoch bei weitem noch nicht die Akzeptierung des speziellen Darwinismus. Der Darwinismus ist eine Hypothese der Abstammungslehre. Die Deszendenz ist gewiß eine unbestrittene Tatsache, doch keinesfalls gewiß ist, ob sie durch das Ausleseprinzip begründet werden kann. Bereits zu Lebzeiten Darwins lief eine heftige Diskussion zwischen den Darwinisten und Antidarwinisten, und die letzteren waren nicht nur rückständige Wissenschaftler und Kleriker, sondern auch Fachleute, die an die Entwicklung und Abstammung glaubten, aber nach einer anderen Erklärung suchten. Es entfaltete sich ein außerordentlich leidenschaftlicher Meinungsstreit, in dessen Verlauf zunächst Darwins Theorie siegreich zu bleiben schien, später jedoch setzten sich gegnerische Theorien durch. Nach der Jahrhundertwende wurde Darwins Selektionslehre nur noch entwicklungshistorischer Wert beigemessen und sie wurde für eine überholte Anschauung gehalten; der Meinungsstreit ist bis zum heutigen Tag im Gange. Die Größe Darwins, die revolutionäre Bedeutung seiner Lehre ist durch diese Auseinandersetzungen in keiner Weise gemindert, sondern eher erhöht worden: Ei-

nerseits gelang es, die wissenschaftliche Weltanschauung in eine fortschrittliche Richtung zu lenken, andererseits bestimmte der Darwinismus die Entwicklung der Biologie für mehr als ein Jahrhundert.

Der heftige Streit der Wissenschaftler bewegte sich hauptsächlich um das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer *Entfaltungskraft*. Darwins Theorie setzt bekanntlich keinerlei innere Entfaltungskraft voraus; er führte die Entwicklung ausschließlich auf das Fortbestehen der Lebenstüchtigen und das Zugrundegehen der Untüchtigen zurück. Ein großer Teil der Wissenschaftler akzeptierte zwar die Entwicklung, doch sie setzten eine Art autogene (theologische, teleologische oder biologische) Entfaltungskraft voraus, und zwar zuweilen aus weltanschaulichen Gründen, aber auch aus wissenschaftlicher Überzeugung und mit umfassender biologischer Begründung.

Die Anzahl der darwinistischen Naturgelehrten war bereits zu Lebzeiten Darwins beträchtlich, vor allem in England, wo das Ansehen von Lyell, Wallace, Huxley, Hooker, Lubbock oder Spencer einen sicheren Schutz gegen dilettantische Angriffe bot, obwohl zu den ernsthafteren Gegnern der berühmte Paläontologe Owen, der Biologe Herzog Argyll oder auch Mivart gehörten. Der letztere stellte als einer der ersten eine autogene Entwicklungstheorie auf. Von den Anhängern Darwins war Romanes besonders wirkungsvoll, der, obwohl von Beruf Pfarrer, die menschliche und tierische Entwicklung im darwinistischen Sinn deutete. In Frankreich herrschte noch lange der Geist Cuviers vor: Flourens, d'Orbigny und Élie de Cyon, ein Wissenschaftler russischer Abstammung, griffen Darwin heftig wegen seiner „Gottlosigkeit“ an, mit wissenschaftlichen Argumenten hingegen schrieb Quatrefages ein antidarwinistisches Buch. Auch der Paläontologe Barrande oder der berühmte Insektenforscher Fabre entschieden sich nicht für Darwin. Die Abstammungslehre wurde unter den Franzosen erst mit dem Auftreten von Le Dantec populär, aber zunächst nur im lamarckistischen oder neolamarckistischen Sinne. Cuviers Geist hemmte auch den nach Amerika verschlagenen Schweizer Agassiz in der Anerkennung des Darwinismus.

Um so größer war der Erfolg des Darwinismus in Deutschland, wo nicht nur Haeckel und sein Kreis zu ihm standen, sondern auch Vulgärmaterialisten wie Büchner und Rolle oder Victor Carus, der die gesamten Werke Darwins übersetzte, wie auch unter den selbständigen Forschern beispielsweise Fritz Müller, der aus Brasilien seine darwinistischen Studien über das „biogenetische Grundgesetz“ zur Unterstützung übersandte, oder August Schleicher, von dem die darwini-

stische Theorie der Sprachenentwicklung aufgestellt wurde; zu Darwin bekannte sich, wenn auch mit einer gewissen Zurückhaltung, Gegenbaur, einer der „Päpste“ der vergleichenden Anatomie, während der andere – Rudolf Virchow – zu seinen heftigsten Gegnern zählte. Zu den Darwinisten wird gleichfalls der Jesuitenpater Wasman gezählt, allerdings war seine Einstellung, insbesondere hinsichtlich der Entfaltung der Seele, durch eine gegenüber der Kirche verpflichtete Zurückhaltung gekennzeichnet. Hingegen verbarg der Geologe Bronn, obwohl er die Bücher Darwins übersetzte, nicht seine Abneigung gegen den Darwinismus, und auch der Embryologe von Baer bekannte offen, daß er aus weltanschaulichen Gründen den Darwinismus ablehnt; von Baer war gleichzeitig Vorkämpfer der autogenen Entwicklungstheorie. Zu den wirkungsvollsten Gegnern Darwins zählte der Naturphilosoph Eduard von Hartmann, ein Vertreter des Neovitalismus, der bereits im Jahre 1872 anonym und später drei Jahrzehnte hindurch offen gegen Darwin kämpfte.

In Rußland stellten sich die bedeutendsten Biologen unverzüglich an die Seite Darwins, vor allem Setschenow, der erste Erforscher der Reflexe, Lehrmeister Pawlows und russischer Übersetzer der *Entstehung der Arten*. Ferner die beiden Paläontologen, die Brüder Kowalewski, der Botaniker Timirjasew, der durch die Phagozytentheorie berühmt gewordene Metschnikow und später der moderne Fossilienforscher Sewerzow. Auch in Ungarn hatte sich das Ansehen Darwins sehr schnell verbreitet. Jácint Rónay begann Darwin bereits im Jahre 1864 zu propagieren, nach ihm entfachten Tivadar Margó, Aurél Török und viele andere eine wahre Bewegung für die moderne Biologie.

Die drei Aspekte der sich über Jahrzehnte hinziehenden leidenschaftlichen Auseinandersetzung – der weltanschaulichen, der naturphilosophischen und der biologischen – sind eng miteinander verbunden. Der weltanschauliche Gesichtspunkt betrifft im wesentlichen den Gegensatz zwischen Materialisten und Idealisten, obwohl der Unterschied im Detail bei weitem nicht so eindeutig ist. Im allgemeinen sind die Vertreter des Darwinismus eher Materialisten, die Anhänger Lamarcks mehr idealistisch gefärbt, obgleich sich dies nicht notwendigerweise aus der Lehre Darwins oder Lamarcks ergibt. Der naturphilosophische Gesichtspunkt betrifft die Frage, ob die Wissenschaft mit der bloßen mechanistischen Erklärung auskommt, oder aber ob sie genötigt ist, irgendeine vitalistische Entfaltungskraft anzunehmen. In der Biologie geht es um die Frage, welches die ausschlaggebenden Faktoren der Entwicklung seien.

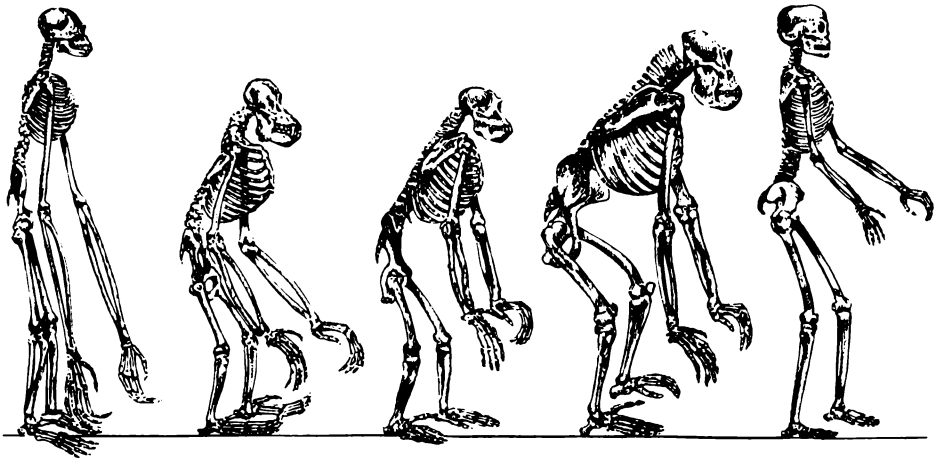
Die Lehre Darwins wurde bereits zu seinen Lebzeiten durch die Migrationstheorie Moritz Wagners (1868) reformiert, wonach die Entwicklung durch die „ewiges Leben schaffende Kraft“ aufrechterhalten wird, und zwar infolge geographischer Abtrennung und Isolierung: Durch Inzucht abgegrenzter Gruppen entstehen neue Arten. Kölliker vertrat eine sprunghafte Entwicklung als Folge einer von den äußeren Bedingungen unabhängigen inneren Entfaltungskraft. Nägeli setzte ebenfalls eine immanente Entfaltungskraft voraus, die sich seines Erachtens durch den Mechanismus des Idioplasma vererbt. Sachs baute sein *neodarwinistisches* System auf dem gestaltenden Trieb der organischen Materie und Wilhelm Roux seines auf der funktionalen Anpassung der Zellen auf, August Weismann hingegen bezog die Keimzellen in den Kampf ums Dasein mit ein. Führender Kopf der orthogenetischen (geradlinigen) Entwicklungsrichtung war Theodor Eimer, dem zufolge es keine Selektion gibt. Die Art schreite auf dem vorher bestimmten Entwicklungsweg unter Einwirkung einer innewohnenden zwingenden Kraft vorwärts. Sehr viele Wissenschaftler wandten sich gegen die mechanische Erklärung und das Selektionsprinzip nur deshalb, weil ihnen dies als Ursache für die in der Natur vorhandene scheinbare Zielstrebigkeit nicht ausreichte. Ebendeshalb entstanden unter der Bezeichnung *Neolamarckismus* eine ganze Reihe von Strömungen (Psychismus, Psycholamarckismus, Vitalismus, Neovitalismus, funktioneller, erblicher und adaptiver Lamarckismus), die darin übereinstimmen, daß sie mehr oder weniger entschieden das Denken, die Urteilsfähigkeit der organischen Materie zuschreiben und die zielstrebige Entwicklung als bewußte Funktion der Zellen auslegen. Dieses vollkommene Mißverstehen beziehungsweise die bewußte Fehldeutung der biologischen Konzeption Lamarcks wird fälschlicherweise als Neolamarckismus bezeichnet.

Der wissenschaftlich-ideologische Streit und dessen Polarisierung führten dazu, daß Darwins Lehre als mechanistisch-materialistisch und kausal, die Lamarcks hingegen als vitalistisch-idealistisch und finalistisch simplifiziert wurde und man sie unberechtigterweise miteinander konfrontierte. Der darwinsche Faktor (die Selektion) steht nämlich nicht im Gegensatz zum lamarckschen Faktor (zum Streben nach Vervollkommenheit, was eigentlich der entscheidende Faktor des *Kampfes ums Dasein* ist); die beiden ergänzen einander organisch.

Die Abstammung des Menschen

In seiner *Entstehung der Arten* vermied Darwin behutsam die heikle Frage der menschlichen Abstammung, lediglich in einem Satz weist er darauf hin, was sich im Grunde genommen aus seiner Auffassung sowieso ergibt: daß die Abstammungslehre auch für den Menschen gültig sei. Die entsprechende Folgerung wurde von den zeitgenössischen Wissenschaftlern unmittelbar danach gezogen. Als Darwin sich im Jahre 1871 entschloß, sein Buch über *Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl* herauszugeben, konnte er sich bereits auf eine Anzahl den gleichen Stoff behandelnder Bücher beziehen, und zwar aus der Feder angesehenen Autoren, wie Wallace, Huxley, Lyell, Vogt, Lubbock, Büchner, Rolle und Haeckel.

Vor hundert Jahren waren die Wissenschaftler noch nicht so spezialisiert – und ihre Fachsprache war noch nicht so ausgeprägt –, daß man sich nur im begrenzten Kreis seines Faches verstanden hätte. Die humanistischen und naturwissenschaftlichen Bildungsgebiete waren noch nicht genau abgegrenzt, und die Wissenschaftler selbst scheuten sich nicht, volkstümlich und allgemeinverständlich zu schreiben; der Teil der breiten Öffentlichkeit, der über eine Allgemeinbildung verfügte, vermochte demnach die Bücher der Wissenschaftler mit Interesse und Verständnis zu lesen. Dadurch war es

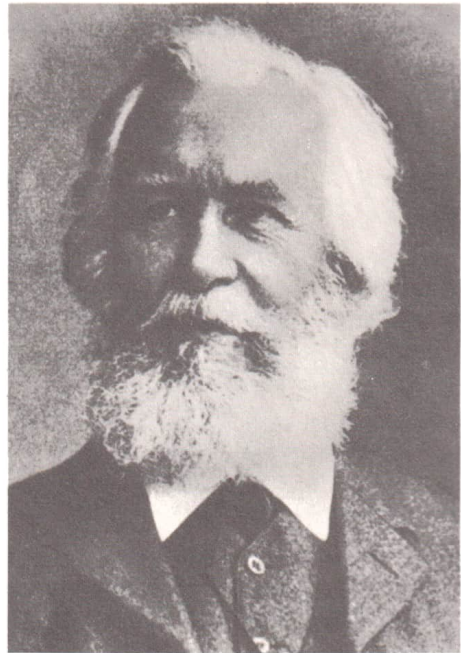


Darstellung aus Thomas Henry Huxleys *Die Stellung des Menschen in der Natur*. Knochengerüst eines Gibbons, Orang-Utans, Schimpansen, Gorillas und eines Menschen

möglich, durch eine wissenschaftliche Idee unmittelbar revolutionierend auf die Weltanschauung der Leser zu wirken.

Die Reihe der Bücher über die Abstammung des Menschen beginnt im Jahre 1863. Damals erschien in England – und im selben Jahr auch in Deutschland – von Thomas Henri Huxley *Die Stellung des Menschen in der Natur*, worin er in vortrefflicher Weise die biologische Verwandtschaft des Menschen mit dem Menschenaffen beschrieb. Der alternde Charles Lyell veröffentlichte zur gleichen Zeit sein Buch über das *Alter des Menschengeschlechts*, in dem er sich der Ansicht Lamarcks anschloß, auf die natürliche Abstammung des Menschen einging und als Beweis im einzelnen die menschlichen Überreste aus der Steinzeit, den Neandertaler und andere urchenische Funde, anführte sowie auf die Pflanzen- und Tierfunde aus der Eiszeit hinwies. Im selben Jahr erschien noch das einflußreiche Buch von Karl Vogt, in dem er den Ursprung der menschlichen Vorfahren vom Standpunkt der Physiologie behandelt und eindeutig und klar die Rolle der Abstammungslehre in der materialistischen Ideologie bestimmte.

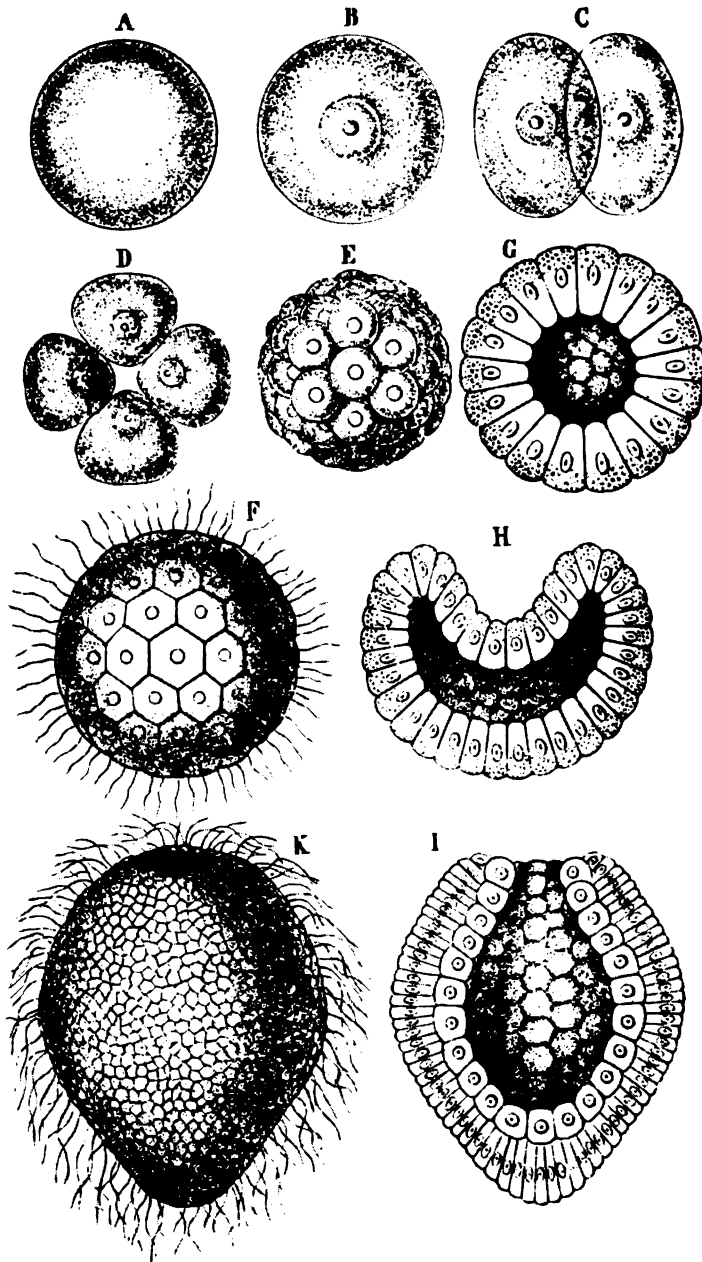
Im Jahre 1865 veröffentlichte Darwins Freund und Nachbar, der vielseitige Sir John Lubbock, seine populäre Arbeit über *Die vorge-*



Ernst Haeckel, 1834–1919

schichtliche Zeit, auf die kurz darauf der *Ursprung der Zivilisation* folgte; in diesen Büchern befaßte sich der Autor nicht nur mit Knochen und Steinwerkzeugen, sondern er schilderte in bunten Farben das Leben der primitiven Menschen und das Entstehen ihrer kultischen Zeremonien. Heute ist der Name von Friedrich Rolle, dessen im Jahre 1866 erschienenenes Buch die Abstammung des Menschen im Geiste Darwins und Lamarcks darlegt, weniger bekannt. Im selben Jahr eröffnete Ernst Haeckel, der an Popularität alle seine Zeitgenossen übertraf, seinen darwinistischen Feldzug. Seine *Prinzipien der generellen Morphologie der Organismen* (1866) und die *Natürliche Schöpfungsgeschichte* (1868) sind eine leidenschaftliche Abrechnung mit der biblischen Vorstellung. In Haeckels vielseitiger Arbeit ist seine im Dienste der Entwicklungslehre stehende embryologische Forschung am bedeutendsten, die er am eindrucksvollsten in seiner *Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen* (1874) darlegte, die jedoch in wesentlichen Zügen bereits in seinen früheren Arbeiten niedergeschrieben worden war. So untersuchte er die mit der Furchung der Eizellen beginnende Entwicklung, nahm Vergleiche an Wirbeltierembryonen vor und erarbeitete das „biogenetische Grundgesetz“, wonach der sich entwickelnde Embryo gewissermaßen die stammesgeschichtliche Entwicklung (Phylogenese) wiederhole, wir folglich aus dem embryonalen Organismus auf den Weg schließen können, den die Art und Gattung im Laufe von Jahrmillionen zurücklegen mußte. Im Jahre 1870 gab er ein gesondertes Buch über die Stammesgeschichte des Menschen heraus, damit führte er gleichzeitig in der Paläontologie die bereits von Pallas empfohlene Anwendung von Stammbäumen ein.

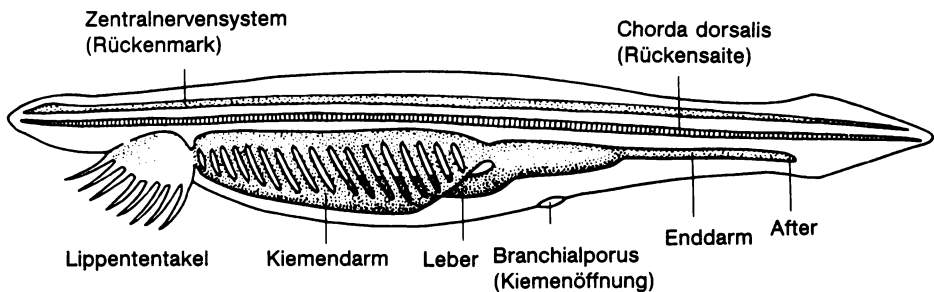
Im Jahre 1869 erschien das Buch des naturwissenschaftlichen Vulgärmaterialisten Ludwig Büchner über die Entwicklung des Menschen und seine Stellung, im Jahre 1870 das Buch von Alfred Russel Wallace über die natürliche Auslese einschließlich der Abstammung des Menschen. Mittlerweile wuchs das Material über die Urnenforschung gewaltig an. In diese Zeit fielen das bereits erwähnte Wirken von Lartet, Boucher de Perthes, Fuhlrott und Sautuola und die zahlreichen Entdeckungen der südfranzösischen Fundstellen und pyrenäischen Höhlen. Im Jahre 1870 beschrieb Riviére den Fund aus der Höhle in Grimaldi, im selben Jahr setzte Huxley seinen berühmten öffentlichen Disput mit Bischof Wilberforce über die Abstammung des Menschen vom Tier fort. Dies kann selbstverständlich nur ein flüchtiges, dafür aber ein charakteristisches Bild von jenem regen



Darstellung aus Ernst Haeckels *Anthropogenie*:
Furchenbildung der Koralie

wissenschaftlichen Treiben und jenem weltanschaulichen Kampf der Jahre um 1870 sein, in deren Mittelpunkt die Frage der Abstammung des Menschen stand. Der Klerus trat der Idee einer tierischen Herkunft mit verständlicher Abneigung entgegen, die revolutionäre Ideologie von Karl Marx und Friedrich Engels sah demgegenüber in den darwinschen Ideen einen natürlichen Kampfgefährten – was auch die betreffenden Abschnitte des *Anti-Dühring* und der *Dialektik der Natur* beweisen.

Als das Buch Darwins *Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl* 1871 erschien, erregte es keine solch stürmische Aufmerksamkeit wie das vorausgegangene Buch, denn der Weg war bereits geebnet. Es handelte sich nicht um eine bahnbrechende, sondern um eine zusammenfassende Arbeit, in der Darwin die bisherigen Resultate einschätzte und sie durch die Hypothese der „geschlechtlichen Zuchtwahl“ ergänzte. Eine entscheidende Rolle in der Menschwerdung maß Darwin dem aufrechten Gang und der dadurch eintretenden Vervollkommenung der Hände zu. – Der Mensch hätte seine beherrschende Stellung auf der Erde ohne Hilfe seiner Hände, die er in erstaunlicher Weise, seinem Willen gehorchend, einsetzen kann, nicht erreichen können. Die Hände ersetzen jedes Werkzeug, und im Einklang mit dem Verstand sichern sie dem Menschen die generelle Vorherrschaft. Die zweite Eigenschaft, die für die Menschwerdung ausschlaggebend war: seine Fähigkeit des Artikulierens, die Herausbildung der Sprache. Wie allgemein bekannt – und doch so oft mißdeutet –: Darwin führte die Abstammung des Menschen nicht auf die heute lebenden Menschenaffen zurück, sondern auf den vorläufig noch unbekannten gemeinsamen Uraffen, der, seiner Meinung nach, von niederen Ursäugetieren, Urreptilien und Urmol-



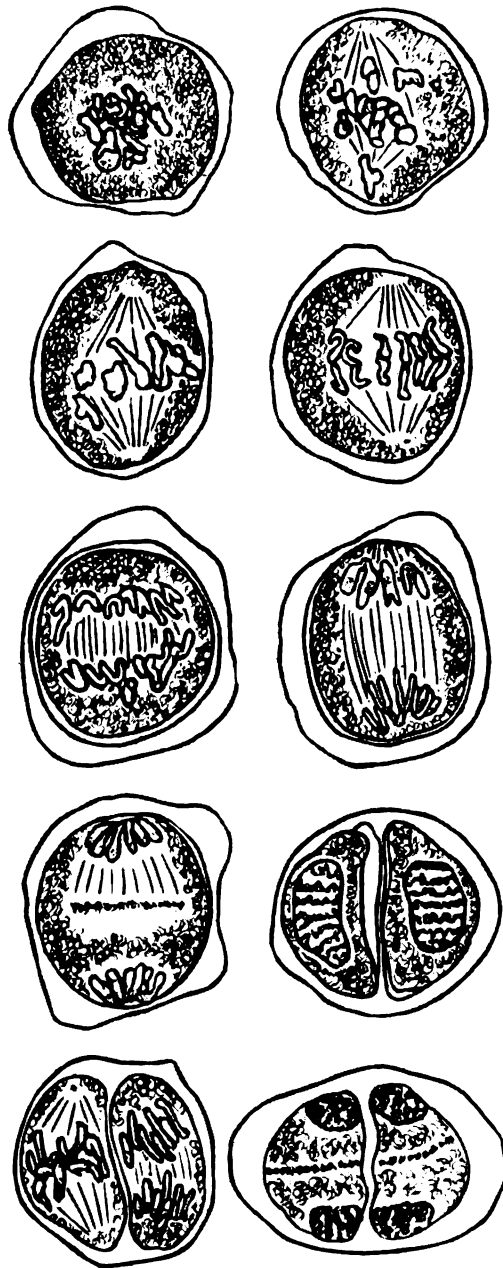
Schematische Darstellung des Lanzettfischchens

chen abstammt. Der primitivste Wirbeltiervorfahre könnte ein der heutigen Aszidien-(Seescheiden-) Larve ähnelndes Meerestier gewesen sein, von ihm stammt der dem heutigen Lanzettfischchen ähnelnde Vorfahre des Menschen ab. Wer sich also wegen der Abstammung vom Affen beleidigt fühle, der möge sich zweckmäßigerweise und fachgemäß an das Lanzettfischchen halten.

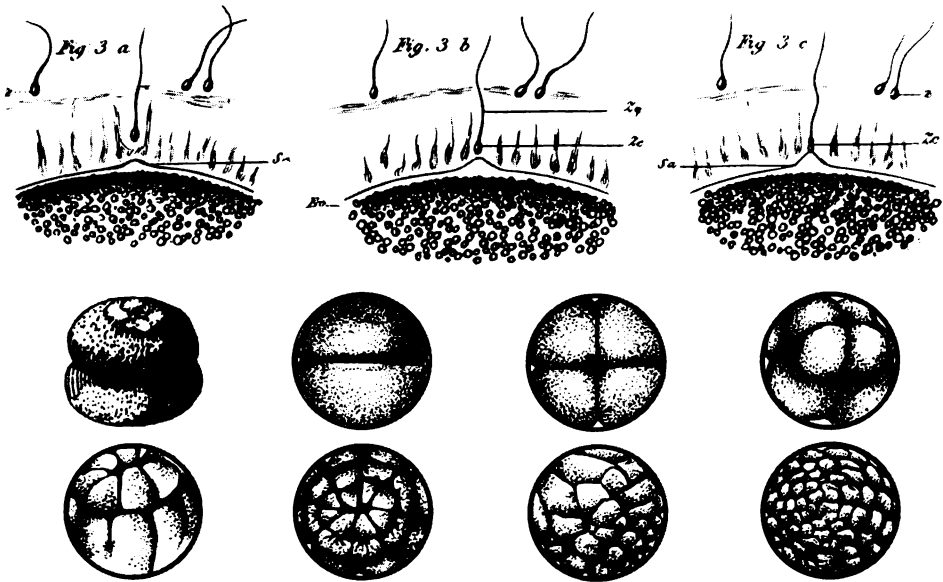
Darwin führte mit dem Begriff der „geschlechtlichen Zuchtwahl“ ein neues Element in die Biologie ein. Die Partnerwahl erreicht dadurch eine rassenveredelnde Wirkung. Sie vollzieht sich im Tierreich – in gewissermaßen verfeinerter Form auch beim Menschen – und stellt eine charakteristische Zeremonie dar, an der die sogenannten sekundären Geschlechtsmerkmale (Mähne, Bart, Ziergeweih, zum Fliegen kaum geeignetes buntes Gefieder, Schopf, Kamm, unterschiedliche Hautfarbe, Stimme, Duft und so weiter) beteiligt sind, die im allgemeinen mit verführerischer Gefallsucht – hauptsächlich bei den Männchen – und Zweikämpfen verbunden ist. Darwin zufolge besteht der biologische Sinn dieser Zeremonien darin, daß die geeignetsten (stärksten, klügsten, entwickeltsten und so weiter) Individuen an der Erhaltung der Art teilhaben, und das führe gleichzeitig zur stufenweisen „Veredelung“ der Art.

Die artfördernde Rolle der geschlechtlichen Auslese stieß nicht bei allen Naturforschern auf Wohlwollen, obwohl man sie auch nicht sicher widerlegen konnte. Die Forschung über die Menschwerdung wurde nach dem Buch Darwins nicht in der gleichen Richtung fortgesetzt. Die Forscher befaßten sich einerseits überwiegend mit vorzeitlichen Überresten und andererseits mit biogenetischen Aspekten der Embryonalentwicklung. Die aufeinanderfolgenden Entdeckungen zur Zellstruktur und -funktion, der Zellteilung, der Klärung der frühen Eientwicklung, gingen in einem erstaunlichen Tempo vor sich.

Bereits um die Mitte des Jahrhunderts wurde mehrfach festgestellt, daß das Ei der Wirbeltiere aus einer einzigen Zelle besteht (Kölliker, 1844, Gegenbaur, 1861), durch deren kontinuierliche Teilung sich ein neuer Organismus entwickelt. Strasburger, Flemming und andere hatten die Gesetzmäßigkeit der Zellteilung beschrieben, so daß Klarheit über das innere Gefüge der Zelle bestand: die Rolle der Zentrosomen, der Vakuolen, der im Zellkern gelegenen Chromosomen, die für jede Art in charakteristischer Anzahl vorhanden sind und offenbar eine wichtige Rolle bei der Vererbung spielen; als Träger der einzelnen Eigenschaften wurden von den Wissenschaftlern in den Chromosomen aneinandergereihte Gene angenommen (damals noch



Zellteilung nach Strasburger



Befruchtung und Entwicklung des Eies nach Strasburger, O. Hertwig und von Beneden

unter der Bezeichnung *Pangen*), obwohl dies noch nicht nachgewiesen werden konnte. Des weiteren wurden die Zellteilungsvorgänge beschrieben.

Die erste Phase der Embryonalentwicklung mehrzelliger Tiere wurde von Ernst Haeckel als Furchung (*Segmentation*) bezeichnet, weil sich aus der befruchteten Eizelle Furchungszellen bilden, erst zwei, dann vier, dann acht, sechzehn und so weiter.

Ernst Haeckel verfolgte sorgfältig und genau die Spuren der Entwicklung. Er zog Parallelen zwischen dem embryonalen Leben und der Entwicklung unserer Vorfahren und wies auf Entwicklungsstadien hin, die sich mit Merkmalen der Organismen aus unserer Ahnenreihe vergleichen lassen. Ebenso sorgfältig verfolgte er die Forschungsarbeit seiner Zeitgenossen, baute deren Resultate in sein System ein, und als dann die *Anthropogenie* innerhalb von dreißig Jahren ihre fünfte Auflage erreichte, stellte seine Geschichte der Menschwerdung ein umfassendes Meisterwerk dar. In diese großangelegte Synthese gingen die Erkenntnisse aller Biologen seines Jahrhunderts ein: von Lamarck, Lyell und Darwin, Carl Gegenbaur über von Beneden und Kölliker bis zu Gustav Schwalbe sowie auch von solchen be-

deutenden Zoologen, Paläontologen und Physiologen wie Richard und Oskar Hertwig, den beiden Kowalewskis, William Bateson, Francis Balfour, August Weismann und Paul Flechsig, den Urmenschenforschern Mauer, Verworn, Selenka, Klaatsh, Dubois, den Anthropologen Topinard und Morselli, dem Psychophysiologen Semon und so weiter. Was Lamarck sich im Jahre 1800 erträumte, das wurde im 19. Jahrhundert in zähem und ausdauerndem Schaffen erarbeitet, auf zuverlässige Grundlagen gestellt und im Jahre 1903 von Haeckel in einer großartigen Zusammenfassung unserem Jahrhundert übergeben. Haeckel ist der Begründer der modernen Anthropogenie und vielleicht der letzte große synthetische Geist in der Biologie.

Vererbungstheorien

Seine Arbeit über *Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation* widmete Darwin im Jahre 1868 ausdrücklich seiner Theorie über die Abstammungslehre, um sie durch praktische Beispiele zu ergänzen und zu untermauern. In diesem Buch legte er auch seine Ansicht über die Vererbung, die *Pangenesis-theorie*, dar.

Die Tatsache der Vererbung war bereits seit dem Altertum bekannt. Die Theorien zur Erklärung dieser Erscheinung blieben in Unkenntnis der physiologischen Grundlagen der Vererbung bis zum vergangenen Jahrhundert weitgehend unbekannt — obwohl Landwirte und Viehzüchter die Vererbung schon seit langer Zeit aus der Praxis kannten und viele Erfahrungen in der Tier- und Pflanzenzucht nutzten. Auf den damaligen Stand der Kenntnisse über die Vererbung verwies ich bereits im Zusammenhang mit dem Streit der *Animalkulisten* und *Ovalisten*. Als erste wissenschaftliche genetische Konzeption sind die Feststellungen von Maupertuis und Réaumur über die Vererbung der Sechsfingrigkeit beziehungsweise des Albinismus zu bewerten. Doch bereits zu Zeiten Darwins beschäftigten sich die Wissenschaftler lebhaft mit der Physiologie und Soziologie der Vererbung; just der Neffe Darwins, Sir Francis Galton, stellte die erste bedeutsame wissenschaftliche Vererbungstheorie auf, entwickelte für den Bereich der Vererbungslehre mathematisch-statistische Methoden, stellte aufschlußreiche Erhebungen über das Ausmaß und die Wirkung der Vererbung an und schuf einen Lehrstuhl für Eugenik (Erbgesundheitspflege). Im Jahre 1869 erschien sein Buch über das Vererbungs-

vermögen (*Hereditary Genius*), seine Theorie über die Erblehre legte er später dar (*Natural Inheritance*, 1889). Ihr wesentlicher Inhalt besteht darin, daß das Individuum seine Eigenschaften zur Hälfte von den Eltern und zur anderen Hälfte von den früheren Vorfahren ererbt. Dies drücke sich in der Weise aus, daß ein Viertel des Erbguts vom Vater abstamme, genausoviel von der Mutter, viermal ein Sechzehntel von den vier Großeltern, achtmal ein Vierundsechzigstel von den acht Urgroßeltern und so weiter. Diese reine Zahlenspielererei war nicht einmal durch die Autorität Galtons lange aufrechtzuerhalten.

Obwohl Darwins *Pangenestheorie* weder zu seiner Zeit noch später anerkannt wurde, lohnt es, kurz darauf einzugehen, und zwar wegen ihrer Fragestellung. Bis in die neueste Zeit hinein hat sich nämlich noch niemand die wichtige Frage gestellt, wovon Darwin ausging: *Wie gelangt die die Vererbung übertragende Materie in die Geschlechtszelle?* Erst die moderne Informationstheorie beginnt sich mit diesem Problem zu beschäftigen. Früher bezog sich der Gegenstand der Erblehre nur auf die Untersuchung des Vererbungsablaufes und der daraus resultierenden Gesetzmäßigkeiten.

Darwin, wie auch Lamarck, hielt die Vererbung erworbener Eigenschaften für selbstverständlich; deshalb schien seine Fragestellung durchaus begründet. Falls die Anwendung oder Nichtanwendung bestimmter Eigenschaften beziehungsweise Fähigkeiten oder eine Anpassung das Individuum beeinflussen und so eine neue Eigenschaft entstehe, dann müsse diese doch auf irgendeine Weise in die Geschlechtszellen gelangen, damit sie vererbt werden können. Darwin geht deshalb davon aus, daß die den Körper bildenden Zellen während ihrer Vermehrung winzige Körnchen abgeben, die sich im ganzen Organismus verteilen und, wenn sie entsprechende Nahrung erhalten, sich durch Spaltung vermehren und entwickeln und sich später zu selbständigen Einheiten, ähnlich denen, woraus sie stammen, entfalten. Diese Körnchen können wir als *Gemmulae* bezeichnen. Die *Gemmulae* werden von jedem Teil des Organismus gespeichert, gelangen von dort in die Geschlechtszellen und bilden somit gemeinsam die Materie für die Vererbung, beziehungsweise sie bringen im Organismus des Nachfahren die Eigenschaften zustande, die sie tragen. Die *Gemmula*-bildung und -weitergabe sei nicht einmalig, sondern sie halte ständig an. Wenn also der Organismus sich besonderen Verhältnissen anpassen muß, gelangen die „veränderten“ *Gemmulae* in die Geschlechtszelle und vererben so die erworbenen Eigenschaften.

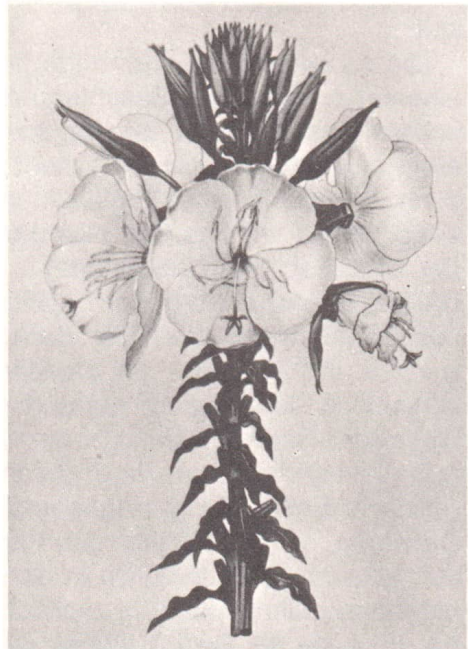
Dies ist zwar eine interessante Hypothese, doch reine Spekulation. Die wissenschaftliche Erblehre griff das Problem von einer ganz anderen Seite auf. Karl Wilhelm Nägeli, der Schweizer Botaniker, war Anhänger der Abstammungslehre, doch Darwins Gegner: Er trat für eine durch innere Faktoren beeinflusste Entwicklung ein; er bezweifelte als erster die Vererbung erworbener Eigenschaften (1865), wobei er darauf hinwies, daß die Vererbung durch einen spezifischen Teil des Protoplasmas der Geschlechtszellen verursacht werde, das er als *Idioplasma* bezeichnete. Seinen Fußtapfen folgend, wurden vom Freiburger Zoologen August Weismann die bereits erwähnte neodarwinistische Abstammungslehre und die *Keimplasmatheorie* erarbeitet, deren wesentliches Merkmal darin besteht, daß jede Zelle — so auch die Geschlechtszelle — in ihren Chromosomen Idioplasma enthält (beziehungsweise das Substrat der Vererbung, nach dem Vorschlag des dänischen Botanikers Johannsen als Gene bezeichnet), wobei sich das Idioplasma aus zwei voneinander unabhängigen Teilen zusammensetzt: Aus dem Somaplasma entstehe der Körper des Nachfahren und aus dem Keimplasma seine Geschlechtszelle, die sich bei der Befruchtung wieder mit Idioplasma anreichere, folglich so den Nachkommen des Nachkommen und dessen Geschlechtszelle zustande bringe — und so weiter bis in die Unendlichkeit.

Die so reformierte und modernisierte Präformationslehre bedeutet einerseits, daß die Geschlechtszelle unsterblich ist: Eine Urgeschlechtszelle spaltet sich bis zum Ende der Welt, indem sie für sich stets einen neuen Körper schafft; andererseits bedeutet sie jedoch auch, daß die äußeren Einflüsse auf den Nachkommen keinerlei Wirkung haben, da das den Nachkommen erzeugende Keimplasma in der Geschlechtszelle bereitsteht und nur auf die Befruchtung wartet. Die Vererbung erworbener Eigenschaften wäre demnach unmöglich. Daraus könnte zugleich der Bankrott der Abstammungslehre erklärt werden. Denn wenn die erbliche Substanz unverändert von Geschlecht zu Geschlecht wandert (genauer: von Geschlechtszelle zu Geschlechtszelle), dann gibt es keine Möglichkeit der Entwicklung — falls nicht im voraus in die Urgeschlechtszelle eine millionenfach differenzierte Entwicklung eingespeichert wurde. Weismann war jedoch Darwinist, er gab folglich das Prinzip der natürlichen Auslese nicht auf, er siedelte es lediglich in den Chromosomen an: Die sich vereinigenden männlichen und weiblichen *Determinanten* (heute bezeichnet man sie als Gene) führen miteinander den Kampf ums Dasein,

und aus den zwischen den einzelnen Determinanten vorhandenen geringen Unterschieden ergibt sich eine zufällige natürliche Auslese — die von Weismann als *germinale Selektion* bezeichnet wurde.

Obwohl Weismann sein großes zusammenfassendes Werk *Vorträge über Deszendenztheorie* erst im Jahre 1907 herausgab, entfaltete und verbreitete er nach und nach seine Theorie bereits seit 1867, so daß sie allgemein bekannt war und lange Zeit hindurch als „offizieller“ Standpunkt für die Vererbungslehre galt und auch heute noch gilt.

Die Gentheorie wurde zu gleicher Zeit von Hugo de Vries ausgearbeitet. In seinem im Jahre 1889 erschienenen Buch *Intracelluläre Pangenesis* weist er darauf hin, daß die einzelnen Eigenschaften eigene Träger in den Chromosomen haben — er bezeichnet sie als Pangene — die sich bei der Teilung des Zellkerns mit teilen und sich bei der Befruchtung mit dem entsprechenden Pangen des Partners vereinigen, wobei sie sich entweder aktivieren oder latent bleiben. Für die einzelnen Arten seien die spezifischen Genkombinationen charakteristisch. In verwandten Arten treten die gleichen Gene auf, doch in veränderter Kombination. De Vries war sich mit Weismann darin einig,



Nachtkerze.
an der der holländische Botaniker
Hugo de Vries
die Mutationen beobachtete

daß die äußeren Einflüsse gegenüber den Pangenen machtlos und deshalb die erworbenen Eigenschaften nicht vererbbar sind. Die Entwicklung hingegen führte er nicht auf die germinale Selektion zurück, sondern er suchte sie durch seine berühmte *Mutationstheorie* zu begründen, wonach in der Substanz der Pangene oder in ihrem Gefüge plötzlich eine Änderung eintrete, in deren Folge ein Eigenschaftswechsel zustande komme. So könne eine neue Art entstehen. Die wichtigste Aufgabe der Erbkunde des folgenden halben Jahrhunderts wurde in der Erforschung der künstlichen und natürlichen Mutation gesehen. De Vries stellte seine grundlegenden Beobachtungen auf dem Gebiet der Mutation an der Nachtkerze (*Oenothera lamarckiana*) an. Nachdem er seine Mutationstheorie veröffentlicht hatte (1900), beschrieb er in einer anderen Abhandlung die Vererbungsregeln. In dieser Arbeit machte er auf ähnliche Ergebnisse aufmerksam, wie sie fünfunddreißig Jahre zuvor Mendel bei seinen Untersuchungen erzielt hatte. Zufälligerweise erzielten zur gleichen Zeit auch zwei andere Vererbungsforscher, Correns und Tschermak-Seysenegg, solche Ergebnisse und teilen sie der Öffentlichkeit mit.

Der Brünner Mönch Gregor Mendel hatte seine Kreuzungsversuche im Klostergarten seiner Abtei durchgeführt. Seine Vorläufer waren Gärtner und Botaniker, die aus praktischen Gründen ihre Kreuzungsversuche und Beobachtungen anstellten: Zu den älteren zählen Koelreuter, Knight, Gärtner und zu seinen Zeitgenossen Naudin, Focke und weitere. Sie vermochten jedoch nicht, aus ihren wertvollen Erfahrungen Gesetzmäßigkeiten abzuleiten. Mendel setzte für seine Kreuzungen nur reine Kulturen ein. (Er vergewisserte sich über einen längeren Zeitraum durch Selbstbefruchtung der Pflanzen, daß die Vererbungsgrundlage einheitlich war.) Außerdem kreuzte er nur Eltern, die sich in einem, später in zwei bis drei Merkmalen unterschieden. Folglich konnte er an der Tochtergeneration feststellen, welchen Gesetzmäßigkeiten die Vererbung unterlag. Zum Beispiel entstanden bei der Kreuzung rotblühender mit weißblühenden Erbsen nur rosarot blühende intermediäre Hybriden; wurden darauf die rosafarbenen miteinander gekreuzt, traten in der dritten Generation fünfundzwanzig Prozent rote, fünfzig Prozent rosafarbene und fünfundzwanzig Prozent weißblühende Erbsen auf. Daraus kann bereits folgende Gesetzmäßigkeit abgeleitet werden: Die Nachkommen reinerbiger (homozygoter) Eltern sind einheitlich (uniform, daher: *Uniformitätsregel*). Wenn also beide elterliche Merkmale (rotblühend und weißblühend) gleich stark sind, so nimmt das Merkmal der Tochtergeneration eine

einheitliche mittlere (intermediäre) Stellung (rosafarben) ein. Die so entstandenen Nachkommen sind aber nicht mehr homozygot, sondern gemischterbig (heterozygot).

Bei einer Kreuzung der Gemischterbigen wird dann nicht mehr das Uniformitätsgesetz, sondern die *Spaltungsregel* wirksam; denn die Nachkommen setzen sich zu fünfundzwanzig Prozent aus väterlich Reinerbigen, zu fünfundzwanzig Prozent aus mütterlich Reinerbigen und zu fünfzig Prozent aus Gemischterbigen zusammen. Doch dies trifft nur zu, wenn — wie im Falle der Farben (das heißt die ihnen zugrunde liegenden Erbfaktoren, auch als Allele bezeichnete) der Erbsenblüte — die väterlichen und mütterlichen Merkmale gleich stark sind. Daneben entdeckte Mendel noch ein drittes Vererbungsgesetz; es handelt sich dabei um die sogenannte Unabhängigkeitsregel, nach der die Erbanlagen bei der Befruchtung frei und unabhängig voneinander kombiniert werden.

Mendel legte im Jahre 1865 seine Erfahrungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Brünn vor und veröffentlichte sie auch in der Fachzeitschrift der Gesellschaft — doch die Veröffentlichung wurde von niemandem beachtet. Erst im Jahre 1900 wurde man darauf aufmerksam, de Vries, Tschermak, Correns und Bateson ent-



Gregor Mendel, 1822–1884

deckten die Gesetze neu, sie wurden überprüft; und so begann die Entschlüsselung der Geheimnisse der Vererbung.

Heute, da die Molekularbiologie in den Vordergrund gerückt ist und die Erforschung der Ribonukleinsäure (RNS) und der Desoxyribonukleinsäure (DNS) ständig voranschreitet, kann man oft hören, daß die Zeit der Mendelschen Genealogie vorbei sei. Sie ist tatsächlich vorbei, doch ihre Bedeutung hat sie in keiner Weise verloren. Es schadet nicht, daran zu erinnern, daß all jene Fragen der Biologie, womit sich die Wissenschaft auf molekularer Ebene heute beschäftigt, Probleme und Fragen schon der letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts waren. Damals begann die Revolution in der Biologie mit Darwin, Mendel, Haeckel, de Vries und anderen. Ihre Gedanken waren es, die die wissenschaftliche Weltanschauung tiefgreifend beeinflussten. Drei Grundfragen der Biologie — nach der Abstammung, nach der Menschwerdung und nach der Vererbung — wurden im vergangenen Jahrhundert gestellt.

Ein neuer Weg der Seuchenbekämpfung — die Schutzimpfung

Die Medizin war im vergangenen Jahrhundert den Kinderschuhen entwachsen. Vesalius', Harveys oder Morgagnis Werke waren zwar eine großartige Grundsteinlegung, Boerhaaves Klinikum ein hervorragendes Vorstudium, das Wirken einiger namhafter Ärzte ein eindrucksvoller Versuch, das allgemein eingeführte Universitätsstudium ein lobenswertes Unterfangen — doch die Medizin war insgesamt und blieb bis in das Jahr 1800 dem Mittelalter verhaftet. Von einer wirklichen inneren Medizin ohne elementare Mittel der Diagnostik, einer wirklichen Chirurgie ohne Anästhesie und Asepsis, einer echten Heilung ohne Krankenhäuser und Spezialisierung, einer Ätiologie (Ursachenlehre) ohne Bakteriologie, einer Pathologie ohne Forschungsinstitute und einer Prophylaxe ohne öffentliches Gesundheitswesen konnte keine Rede sein. Das brachte erst das 19. Jahrhundert; auch die internationale Zusammenarbeit, die rasche Zunahme der medizinischen Fachzeitschriften, die Fortschritte der Krankenpflege und das Rote Kreuz sind erst ein Ergebnis des vorigen Jahrhunderts.

All dies war erstaunlich und trotzdem zuwenig. Es entstand jener merkwürdige Widerspruch zwischen dem Niveau der Wissenschaft und der medizinischen Praxis. Die Behandlungserfolge hielten nicht

Schritt mit den wissenschaftlichen Ergebnissen. Manche Ärzte verfügten bereits über umfassende Kenntnisse, doch ihr Wissen war nicht Gemeingut, es kam nur einer kleinen Schicht zugute, die vom Zufall bestimmt wurde: Wer Geld hatte oder wer in einem öffentlichen Krankenhaus Aufnahme fand, der wurde behandelt und vielleicht auch geheilt, doch eine allgemeine Organisation für die Krankenversorgung fehlte noch.

Ein gutes Beispiel hierfür ist die Geschichte der Pockenschutzimpfung.

Eine der bedeutendsten Entwicklungen des Jahrhunderts war die Schutzimpfung gegen Pocken. In Europa sind wir heute kaum noch in der Lage, deren gewaltige Bedeutung einzuschätzen, denn gerade dank der Schutzimpfung kennen wir diese entsetzliche Seuche nur noch vom Hörensagen, obwohl sie dreizehn Jahrhunderte hindurch (von 570 bis 1870) bei jedem Ausbruch fürchterlicher wütete. Man versuchte ihr bereits früher beizukommen, und zwar im 18. Jahrhundert durch Impfungen (*Variolation*). Man hatte nämlich bemerkt, daß jemand, der die Pocken überlebte, von der Krankheit nicht wieder befallen wurde. Folglich infizierte man bewußt gesunde Kinder durch Einreibungen mit der Aussonderung Pockenkranker, um sie durch eine leicht verlaufende Pockenkrankheit immun zu machen. Emanuele Timoni, ein griechischer Arzt, berichtete Anfang des 18. Jahrhunderts über diese volkstümliche Methode. Lady Montagu setzte sich eine Zeitlang dafür ein, doch die Ärzte nahmen diese Methode nur ungern wahr, denn das Risiko war dabei zu groß. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts begann sich die Variolation dann doch zu verbreiten. Außer von dem Schotten Monro, den Engländern Mead, Sutton und Dimsdale, dem Italiener Gatti und dem Schweizer Tronchin wurde die Variolation besonders von den französischen Philosophen und Mathematikern Voltaire, Diderot, d'Alembert, Daniel Bernoulli und La Condamine popularisiert.

Ehe sich jedoch diese Methode verbreiten konnte, fand Edward Jenner heraus, wie man das Impfen gefahrloser durchführen konnte. Er machte die Erfahrung, daß Melkerinnen, Schäfer und Stallknechte von den Pocken nicht befallen wurden, wenn sie sich vorher mit den bedeutend harmloser verlaufenden Kuhpocken infiziert hatten. Im Jahre 1796 übertrug Jenner Kuhpockensekret vom Arm einer Melkerin auf einen Knaben, den er später mit menschlichen Pocken infizierte, doch der Knabe erkrankte nicht. Jenner teilte darauf im Jahre 1798 seine Entdeckung der Royal Society mit, doch die Gesellschaft



Edward Jenner, 1749–1823

wagte nicht, die noch kaum bestätigte Hypothese zu veröffentlichen, worauf Jenner die Veröffentlichung auf eigene Kosten drucken ließ. Sein Name wurde bald überall bekannt, und die *Vakzination* begann damit ihren Siegeslauf.

Begann . . . Sie begann tatsächlich. Im Jahre 1799 wurde in London das erste Impfinstitut eröffnet, im Jahre 1800 folgten die Deutschen und Franzosen, und im Jahre 1802 referierte Ferenc Bene bereits in Ungarisch, Deutsch, Slowakisch, Kroatisch und Lateinisch über die moderne Pockenimpfung. Hervorragende Fachleute wie Pearson oder Woodville verbesserten die Methode Jenners. Napoleon erkannte ihre strategische Bedeutung: In aller Welt entstanden Impfinstitute, zumindest in den fortgeschrittenen Ländern — und trotzdem mußte ein volles dreiviertel Jahrhundert vergehen, bis es dort gelang, die vorbeugende Pockenimpfung als Pflicht einzuführen.

Die historische Bedeutung der Pockenschutzimpfung ist deshalb so beachtlich, weil es mit *prophylaktischen* Methoden gelang, eine Krankheit regional auszurotten. Dies ist kein Beispiel für die Heilung, sondern ein Schulbeispiel für die *Vorbeugung* und demnach sozusagen ein vorzeitiges Beispiel, denn die Vorbeugung ist nicht der Leitgedanke des vergangenen, sondern unseres Jahrhunderts.

Jenners geniale Entdeckung beziehungsweise Erfindung ist im wahrsten Sinne des Wortes eine „Findung“. Jenner fand das, was man damals noch nicht kannte: die künstliche *Immunität*, die erst in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts wissenschaftlich begründet wurde.

Die Erneuerung der inneren Medizin

Die wissenschaftliche Grundlage der Heilung war in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts die pathologische Anatomie. Als man noch nicht mit Röntgenstrahlen, labortechnischen und sonstigen Hilfsmitteln gewissermaßen in den lebenden Organismus hineinsehen konnte, erwies sich am erfolgreichsten diese Methode: durch objektiv am Leichnam wahrgenommene und beobachtete Veränderungen Rückschlüsse zu ziehen. Diese Methode reicht – ohne Berücksichtigung früherer Vorgänger – bis Morgagni zurück, der im Jahre 1761 die pathologische Anatomie der Organe allgemein einführte. Im Jahre 1800 ging François Bichat einen Schritt weiter, als er eine pathologische Anatomie der Gewebe ausarbeitete. In den dreißiger Jahren wurde die Bezugseinheit noch kleiner: Die Zelle geriet in den Mittelpunkt des Interesses, Virchow erarbeitete 1858 seine *Cellularpathologie*, die ein Jahrhundert lang die beherrschende Ansicht darstellte. Danach besteht der Organismus aus „Zellenstaaten“, der Verfall der Zellen verursache die Krankheit, und die Krankheitsart hänge nicht vom krankheitserregenden Faktor ab, sondern von der Beschaffenheit der absterbenden Zelle. Diese fragwürdige Hypothese hinderte Virchow nicht, hervorragende pathologisch-anatomische Arbeiten zu verfassen und die medizinische Gewebelehre zum wichtigsten Hilfsmittel der medizinischen Tätigkeit zu machen.

In der schwunghaften Entwicklung der inneren Medizin spielte die Erfindung jener Methode eine besonders wichtige Rolle, mit deren Hilfe man in den lebenden Organismus gewissermaßen hineinhorchen konnte, nämlich das Beklopfen und Abhören (*Perkussion* und *Auskultation*). Der Ursprung reicht bis ins Jahr 1761 zurück, als Leopold Auenbrugger erkannte, daß durch das Abklopfen des Brustkorbes Krankheiten diagnostiziert werden können. Sein *Inventum novum* blieb damals unbekannt und geriet in Vergessenheit. Jean Corvisart, ein Pariser Kliniker, stieß im Jahre 1808 auf die Veröffentlichung,

übersetzte sie ins Französische und machte dadurch die Methode populär. Kurz darauf, im Jahre 1816, erkannte Hyacinthe Laennec, daß mit Hilfe eines aus Papier gedrehten oder aus Holz geschnitzten „Zylinders“, die Herz- und Lungentöne gut zu hören sind — er hatte damit das Stethoskop erfunden. Die neue Diagnostik wurde in England von Stokes und in Wien von Škoda in die Praxis der inneren Medizin einbezogen und wurde binnen kurzer Zeit Allgemeingut aller Ärzte.

Unter den französischen Ärzten herrschte in den ersten Jahrzehnten des Jahrhunderts die nach dem Physiologen Broussais benannte Richtung vor, wobei es sich im Grunde genommen nur um eine französische Variante der Ansichten des Briten Brown handelte: Jede Krankheit sei auf eine durch gesteigerte oder geminderte Reizbarkeit zustande gekommene Entzündung, hauptsächlich Darmentzündung, zurückzuführen; die wichtigsten Methoden der Heilung seien die Diät, das Ansetzen von Blutegeln und der Aderlaß — dieser wurde derart übertrieben vorgenommen, daß er bereits als „Vampirismus“ verspottet wurde. Angeblich importierte Frankreich im Jahre 1833 zur medizinischen Verwendung zweiundvierzig Millionen Blutegel. Den hervorragenden Ärzten Gabriel Andral und Pierre Louis gelang es mit großer Mühe, dieses Blutvergießen zu mindern; zusammen mit Gaspard Bayle und Armand Trousseau zählen sie zu den Verfechtern eines vernünftigen klinischen Vorgehens in Frankreich. Bayle wies die Gemeinsamkeiten der verschiedenartigen Lungenkrankheiten nach. Trousseau führte bei der Heilung der Diphtherie die Tracheotomie (den Luftröhrenschnitt) und die Intubation ein, außerdem klärte er die Krankheitsbilder von Typhus, Scharlach und Tetanus. Louis wandte die statistische Methode in der Heilkunde an, und Andral wirkte bahnbrechend auf dem Gebiet der chemischen Blutuntersuchung und forderte die Errichtung medizinischer Laboratorien. Bald darauf folgte die wirkungsvolle physiologische Tätigkeit von Claude Bernard, die seit der Mitte des Jahrhunderts das medizinische Denken in Frankreich prägte und die pathologisch-anatomische Orientierung durch die experimentell-physiologische ablöste.

Einer der führenden Köpfe in der englischen Medizin war Thomas Addison, Arzt im Londoner Guy-Krankenhaus, der als erster die perniziöse Blutarmut und die Bronzekrankheit beschrieb; mit der letzteren lenkte er die Aufmerksamkeit auf die pathologische Rolle der inneren Sekretion. Gemeinsam mit ihm arbeitete Bright, der eine erste gründliche Beschreibung der Nierenerkrankungen gab; ferner John

Morgan, Chirurg und Optiker, der mit Addison gemeinsam die pathologische Wirkung von Giften untersuchte. Gleichfalls im Guy-Krankenhaus wirkte Thomas Hodgkin; er beschrieb das Krankheitsbild der Lymphogranulomatose und machte als erster die Pathologie der akuten Appendizitis (Blinddarmrentzündung) und die Aorteninsuffizienz bekannt. Dem Iren Robert Graves gelang es, die stark vernachlässigten sanitären Verhältnisse Irlands erheblich zu verbessern, des weiteren beschrieb er das Krankheitsbild der Schilddrüsenüberfunktion. Gemeinsam mit ihm reorganisierte der bereits erwähnte William Stokes das Medizinstudium Irlands. Dieser setzte sich für die Benutzung des Stethoskops in England ein und schrieb außerdem ein bedeutendes Buch über die Erkrankungen des Brustkorbes.

Die hervorragendste Persönlichkeit der Wiener Schule, den aus Pilsen (Plzeň) stammenden Josef Škoda, haben wir ebenfalls bereits im Zusammenhang mit der Perkussion und Auskultation erwähnt. Die Einführung der modernen klinischen Methode in Österreich und Ungarn ist in erster Linie ihm zuzuschreiben. Neben dem Prosektor Rokitsky, dem Hautarzt Hebra und dem Chirurgen Schuh gehörte auch Ignaz Semmelweis, Entdecker der Ursache des Kindbettfiebers, vorübergehend zur Wiener Schule. Im Jahre 1850 kehrte Semmelweis nach Ungarn zurück, wo er seine aseptische Methode der Geburtshilfe propagierte.

Narkose und Lokalanästhesie – Helfer des Arztes

Die Erfindung der Narkose half der Chirurgie, sich aus ihrer schweren Situation zu befreien. Die Erfindung kam im Jahre 1846 aus Amerika. Zuerst experimentierte der Hartforder Zahnarzt Horace Wells mit Lachgas. Das Ergebnis war nicht besonders zufriedenstellend. Kurz danach zog ein anderer Zahnarzt, William T. G. Morton, mit Hilfe von Ätherbetäubungen erfolgreich Zähne, und im Krankenhaus von Boston erprobte Professor Warren bei einer Operation dieselbe Methode, gleichfalls mit Erfolg. Morton versuchte vergeblich das Geheimnis der Betäubung zu hüten und sich dasselbe patentieren zu lassen, doch die Kunde verbreitete sich in Windeseile über die ganze Welt. Während die Nachricht am 1. Oktober 1846 vom Bostoner Tageblatt verbreitet wurde, nahm bereits im Dezember desselben Jahres der Londoner Chirurg Robert Liston die erste Amputation unter An-

wendung der Narkose vor. In den folgenden Monaten wurde schon ihre erfolgreiche Anwendung durch Malgaigne in Paris, durch Dieffenbach in Berlin, durch Balassa und Flór in Budapest und durch Schuh in Wien gemeldet. Die Benennung der Narkose und die erste wissenschaftliche Veröffentlichung stammt von dem Amerikaner Bigelow. Kurz danach wurde vom Edinburger Geburtshelfer Simpson das Chloroform als Narkosemittel eingeführt. Die Bezeichnung Anästhesie stammt von Oliver Wendell Holmes, dem namhaften nordamerikanischen Schriftsteller und Arzt. Der erste professionelle Anästhesist war John Snow, der Leibarzt der Königin Viktoria. Obwohl anfangs bestimmte Gesellschaftskreise gegen die Narkose waren — und nicht einmal gegen die Narkose in der Chirurgie, sondern in der Geburtshilfe: denn nach dem biblischen Gebot „Unter Schmerzen sollst du gebären . . .“ schien es bestimmten Kreisen wie eine Gotteslästerung, dagegen zu handeln —, verhallten nach einigen Jahren auch diese Proteste.

Die örtliche Betäubung wurde zuerst von dem auch als Dichter bekannten Berliner Chirurgen Karl Ludwig Schleich im Jahre 1892 angewandt. Schleich war aber noch zu jung, so daß die angesehenen Chirurgen seiner aufsehenerregenden Bekanntmachung keinen Glauben schenkten. Diese nützliche Methode konnte sich deshalb erst nach einem Jahrzehnt verbreiten. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, daß die betäubende Wirkung des Kokains bereits früher (1884) von Carl Koller in der Augenheilkunde angewandt wurde, und zwar interessanterweise nach Experimenten von Sigmund Freud — dem späteren Psychoanalytiker. Die Entfaltung der Augenheilkunde wurde auch durch eine andere Erfindung gefördert: durch den Augenspiegel, den Helmholtz im Jahre 1851 konstruiert hatte und den einige Jahre später Graefe in die augenärztliche Praxis einführte. Um diese Zeit wurde von Czermak auch die Methodik für die Kehlkopfspiegelung ausgearbeitet.

Lebende Krankheitserreger

Die Erfindung der Narkose konnte dennoch in der Entwicklung der Chirurgie nicht den Aufschwung bewirken, den man zu Recht von ihr erwartet hatte, und zwar deshalb nicht, weil bis zu fünfundsiebzig Prozent der operierten Patienten an Wundinfektion starben. Auch der

große Aufschwung bei der Bekämpfung der inneren Krankheiten blieb infolge der ätiologischen Unsicherheiten stecken: Diagnostizieren ließ sich bereits vieles einwandfrei, doch die Ursachen und Verbreitungsformen der meisten Krankheiten waren noch unbekannt. Die Medizin tappte nach wie vor im dunkeln.

Ein radikaler Wandel in der Chirurgie, aber auch in der inneren Medizin sowie in der gesamten medizinischen Ansicht trat in den siebziger und achtziger Jahren ein: Die Ära der *Bakteriologie* prägte diese Entwicklung.

Ganz neu war sie allerdings auch nicht — die Anfänge fast jeder Neuheit lassen sich bis in die ferne Vergangenheit zurückverfolgen.

Abgesehen von den mehr poetischen als wissenschaftlichen Vorahnungen im Altertum und Mittelalter — so zum Beispiel die des Marcus Terentius Varro, der fünfzig Jahre vor unserer Zeitrechnung die Malaria auf die „kleinen Tierchen“ der Sumpfggebiete zurückführte, oder die des Taufvaters der Syphilis, Fracastoro, der bereits im Jahre 1546 unsichtbare lebende Krankheitserreger vermutete —, war der in Rom wirkende Naturforscher Athanasius Kircher der erste, der mit seinem einfachen Mikroskop die krankheitserregenden „Würmer“ im Blut der Infektionskranken zu entdecken glaubte. Dies geschah im Jahre 1658. Zwei Jahrzehnte später führte Francesco Redi, der Arzt des Herzogs von Toscana, seine berühmten Versuche zur Widerlegung der Urzeugung durch. Diese Versuche waren zwar nicht auf den Nachweis von lebenden Krankheitserregern gerichtet, gehören aber trotzdem hierher: Sie bewiesen mittelbar, daß die Fäulnis biologische Ursachen hat. Hundert Jahre später wiederholte Spallanzani die Experimente Redis. Er konnte zwar seine Gegner nicht überzeugen, doch auch Needhams und vor allem Buffons Hypothese begünstigten die Vorstellungen von lebenden Krankheitserregern. Buffon zufolge war die Welt nämlich voller „organischer Moleküle“, aus denen bei entsprechend günstigen Bedingungen „bewegliche Atome“ und später primitive Tierchen entstehen sollten.

Alle diese Überlegungen gehören gewissermaßen zur romantischen Vorgeschichte der Bakteriologie. Im Jahre 1762 jedoch ging der Wiener Marcus Antonius Plenciz dem Problem bereits von der medizinischen Seite auf den Grund. Nachdem er die charakteristischen Verbreitungsarten der Infektionskrankheiten, ihre Inkubationszeit und ihre typischen gemeinsamen Symptome untersuchte, kam er zu der Überzeugung, daß diese Krankheiten durch ein spezifisches Kontagium (Ansteckungsstoff), und zwar durch ein lebendes wurmar-

tiges Tierchen verursacht werden, wie auch der Verursacher der Verwesung und der Fäulnis auf ein ähnliches *Animalculum* (Tierchen) zurückzuführen sei. Plenciz kann deshalb zu Recht als Begründer der *Contagium-animatum*- oder *Vivum*- (lebender Ansteckungsstoff) Theorie angesehen werden.

Daß die krankheitserregenden „Tierchen“ mit den früher von Leeuwenhoek beschriebenen Bazillen identisch sein könnten, wurde nach dem Buch des Dänen Otto F. Müller vermutet. Müller beschrieb im Jahre 1786 in seinem Buch *Infusorium* von neuem und äußerst genau die Welt der mikroskopischen Wesen, wobei er von der Möglichkeit ausging, daß die Bazillen und Spirillen vielleicht Übergangsgeschöpfe im Bereich der Pflanzen- und Tierwelt darstellen. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde die Mikrobiologie von dem Berliner Naturforscher Christian Ehrenberg weiterentwickelt, sogar mit etwas übertriebenen Vorstellungen bezüglich der Vollkommenheit des Organismus der Infusorien.

Dessenungeachtet ist die Idee von den lebenden Krankheitserregern im ersten Drittel des Jahrhunderts stark in den Hintergrund gedrängt worden, vor allem weil in diese Zeit die Blüte der Chemie fiel. Dazu trugen auch die Ansichten bedeutender Wissenschaftler bei, insbesondere Justus von Liebig, der namhafte Gießener Chemiker, vertrat die Ansicht, daß es sich bei der Zersetzung, Gärung, Fäulnis und Infektion um rein chemische Vorgänge handle und es dazu keiner biologischen Faktoren bedürfe.

Die gleiche Meinung wurde vom angesehenen Physiologen François Magendie und einigen hervorragenden Ärzten, wie dem Iren Corrigan, dem Franzosen Bouillaud oder dem Ungarn Semmelweis, vertreten.

So fand also die Feststellung eines Italieners, daß die Seidenraupenkrankheit durch Schimmelpilze hervorgerufen werde, keinen großen Widerhall. Doch mit dieser Feststellung begann eigentlich die moderne Bakteriologie. Agostino Bassi war Jurist und begeisterter Naturforscher. Mit seinen fünfundzwanzig Jahre lang dauernden Experimenten wies er nicht nur die krankheitserregende Wirkung der Schimmelpilze nach, sondern er war auch davon überzeugt, daß ein großer Teil der pflanzlichen, tierischen und menschlichen Krankheiten durch mit bloßem Auge nicht sichtbare Erreger verursacht wird. Die Ergebnisse seiner Beobachtungen veröffentlichte er im Jahre 1835 in einer Mailänder Zeitung. Zufällig entdeckte Hermann F. Stannius — damals Privatdozent in Berlin, später Physiologe in Rostock — im sel-

ben Jahr von neuem die Krätze milbe. Das bedeutete einen großen Erfolg, denn die Krätze war damals eine sehr verbreitete Volkskrankheit, und man versuchte sie mit den seltsamsten Vermutungen zu erklären. Obwohl die Krätze milbe bereits im Mittelalter bekannt war, geriet sie in Vergessenheit, und man führte die Krankheit zum Teil auf Kratzen, zum Teil aber auch auf Schwitzen zurück, ganz abgesehen von der noch konfuse Psoriasis theorie des Homöopathen Hahnemann. Nach der Veröffentlichung von Stannius wurde die Ätiologie der Krätze von Hautärzten in kurzer Zeit erkannt und berichtigt. Ferdinand Hebra bestätigte im Jahre 1844 endgültig, daß die Krankheit durch die Krätze milbe verursacht wird.

In der Zwischenzeit ereignete sich noch manches andere. Donné entdeckte im Jahre 1837 im Geschwür von Syphilitikern Vibrionen. Er erkannte recht bald, daß er nicht die wahren Krankheitserreger aufgespürt hatte, trotzdem wurde diese Möglichkeit auch von anderen Ärzten in Erwägung gezogen. Rayer wies zu gleicher Zeit nach, daß der Rotz übertragbar sei, Cagniard-Latour und Schwann stellten unabhängig voneinander fest, daß die alkoholische Gärung durch Pilze verursacht wird. Lucas Schönlein, durch die Veröffentlichung von Bassi aufmerksam geworden, bekräftigte dessen Experimente, indem er durch sorgfältige Forschung im Jahre 1839 den Erreger des Erbgrinds (*Favus*) nachwies, der von Remak als *Achorion Schoenleini* bezeichnet wurde. Abgesehen von den Krätze milben, ist dies der erste nachgewiesene lebende Erreger einer menschlichen Krankheit. Jetzt wurden die Hautärzte aktiv, sie entdeckten der Reihe nach die Krankheitserreger der Hautkrankheiten: Remak, Gustav Simon, Dávid Gruby und andere schufen innerhalb einiger Jahre die Dermatomykologie.

Damit war das Eis gebrochen. Es begann eine wahre Treibjagd auf die krankheitserregenden Mikroorganismen. Dabei gab es auch übereilte Publikationen, insbesondere glaubte man wiederholt, in harmlosen Organismen den Erreger der Cholera gefunden zu haben. Deshalb wurden im Jahre 1840 von dem Göttinger Prosektor Jacob Henle genaue Forderungen aufgestellt, die erst erfüllt sein mußten, um einen Mikroorganismus auch als Krankheitserreger ansprechen zu können.

Im Grunde genommen konnte bis zu dieser Zeit von Bakteriologie noch nicht die Rede sein. Pollender, Davaine und Rayer beschrieben zwar die im Blut milzbrandkranker Tiere erkennbaren Stäbchen (1850), denen Davaine die Bezeichnung *Bakterium* gab, doch damals

vermutete er selbst noch nicht, daß er den Erreger der Krankheit entdeckt hatte.

Unter solchen Bedingungen trat Pasteur auf den Plan.

Die Blütezeit der Bakteriologie

Louis Pasteur war nicht Arzt, sondern Chemiker. Die Ärzte traten ihm anfangs mißtrauisch, ja sogar feindlich entgegen, er jedoch verhielt sich zurückhaltend. Später wurde offensichtlich, daß die Medizin niemandem mehr zu verdanken hatte als diesem Chemiker.

Aus dem bitteren Schicksal Semmelweis' ist zu erkennen, wie unzuverlässig die ätiologische Auffassung in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts war. Kosmische, atmosphärische und tellurische Einwirkungen, das Miasma und die Fäulnis der Luft — das waren für die Wissenschaftler die in Frage kommenden krankheitserregenden Faktoren. Selbst die Onanie und der Einfluß von Dämonen galten als Krankheitsursache. Bereits die Lehre Semmelweis' bedeutete einen



Louis Pasteur, 1822–1895

Fortschritt gegenüber dieser unbegreiflichen Ätiologie, als er — entsprechend der Ansicht Justus von Liebig's — den zersetzten tierisch-organischen Stoff verantwortlich für die Infektion machte. Doch *wodurch* der Stoff zersetzt wird, diese Frage wurde nur von den Bakteriologen gestellt, an erster Stelle von Pasteur.

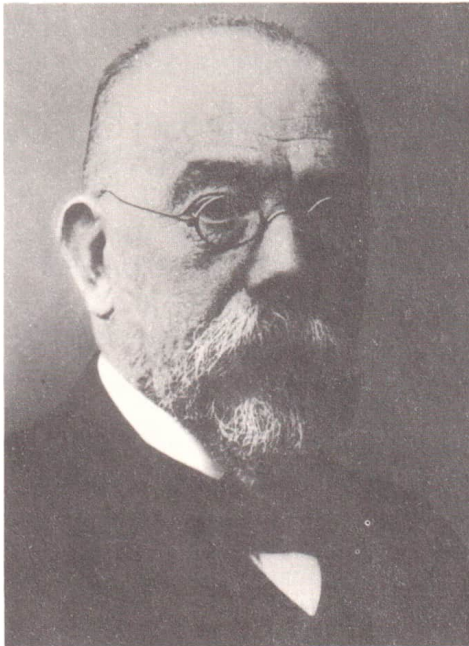
Pasteur begann sich Mitte der fünfziger Jahre, noch in Lille, mit den Mikroorganismen zu beschäftigen. Im Jahre 1857 entdeckte er die Mikroben der Milchsäuregärung und forschte nach der Ursache der alkoholischen Gärung: Es lag bereits nahe, daß es sich um einen lebenden Erreger handeln müsse. Liebig hielt es für lächerlich, daß die Zersetzung durch mikroskopische Lebewesen verursacht würde, doch Pasteur bewies, daß bei der Milchsäure-, Buttersäure- und alkoholischen Gärung die Mikroben gleichermaßen unerläßlich seien. Damit stellte er sich zugleich gegen Pouchet, der mit voller Überzeugung die Urzeugungslehre verteidigte. Es bedurfte vierjähriger harter Experimente und eines bis auf die Spitze getriebenen Meinungsstreites, bis Pasteur alle Welt überzeugen konnte, daß aus Nichts nichts wird, jedes Lebewesen nur von gleichartigen Lebewesen abstammen könne. Zwischendurch wies er die Ursachen für das Verderben des Weins, später des Bieres und die Ursachen der Seidenraupenkrankheit nach und erfand die Pasteurisierung: die Vernichtung der Mikroben durch Erhitzen.

Mittlerweile wurde auch Davaine wieder aktiv. Er wiederholte im Jahre 1863 sein Milzbrandexperiment und wies durch Übertragung die krankheitserregende Rolle des Bazillus nach. Diese Ergebnisse wurden von Claude Bernard der Pariser Akademie vorgeführt. Im Jahre 1864 schrieb Hardy eine Arbeit über die krankheitserregende Eigenschaft des Microsporon, Spencer Wells führte die Wundinfektion und das Kindbettfieber auf die in der Luft befindlichen lebenden Keime zurück, Karl Mayrhofer fand in den Ausscheidungen der Wöchnerinnen Vibrionen vor, Jules Lemaire vernichtete die Erreger der Gärung mit Karbolsäure, Villemin übertrug Tuberkulose durch Impfung, Obermeier entdeckte die Erreger des Rückfallfiebers — doch er wagte seine Entdeckung wegen Virchow, der an die Bakteriologie nicht glaubte, nicht zu veröffentlichen. All das ist eigentlich noch immer nicht mit der späteren präzisen Arbeit zu vergleichen, eher mit einem Herumtasten, das sich auch in den siebziger Jahren entsprechend fortsetzte: Obermeier stieß auf die Spirochäten, Klebs beschrieb die Typhus- und Diphtheriebakterien, doch ihre krankheitserregende Eigenschaft erkannte er noch nicht; die Erreger der Wundin-

fektion und der Blutvergiftung hingegen glaubte er gefunden zu haben. Er trat aktiv und wirkungsvoll für die Bakteriologie und gegen die Zellentheorie Virchows auf. Pasteur wies den Gasödembazillus nach, und Neißer entdeckte die Gonokokken in den Ausscheidungen der Tripperkranken. Die eigentliche Blütezeit der Bakteriologie begann mit dem Wirken Robert Kochs.

Koch begann in seiner preußisch-kleinstädtischen Abgeschlossenheit zunächst mit der Überprüfung und Vervollständigung der Untersuchungen von Davaine. Ihn interessierten vor allem folgende Fragen: Ist es nachweisbar, daß die Ursache für den Milzbrand der von Davaine entdeckte Bazillus ist? Es genüge nicht, den Bazillus im Blut des erkrankten Tieres zu finden, auch nicht durch Übertragung des Blutes erkrankter Tiere Milzbrand herbeizuführen, es müßten die Erreger in Reinkultur gezüchtet werden, um damit dann eine Infizierung der Tiere zu erreichen — das allein sei ein zuverlässiger Beweis.

Die wesentliche Bedeutung des Wirkens von Robert Koch besteht gerade in dieser systematischen Gründlichkeit. Die durch ihn entdeckten Bakterien wären sicherlich auch von anderen gefunden worden, das war damals nur noch eine Frage der Zeit. Von ihm stammt



Robert Koch, 1843—1910

jedoch das Prinzip der Reinkulturen. Er hat die dazu erforderliche Methodik erarbeitet, entdeckte die Sporen der Milzbrandbazillen und arbeitete die verschiedenartigen Färbe-, Zucht-, Separier- und Übertragungsmethoden aus. Er wies den Forschern den richtigen Weg.

Als Koch im Jahre 1876 mit seinen ersten Ergebnissen die angesehenen Professoren Cohn und Cohnheim in Breslau aufsuchte — Botaniker der eine, Prosektor der andere —, spielte sich ein in der Wissenschaftsgeschichte ungewöhnliches Phänomen ab, nämlich daß die beiden Experten sogleich die Bedeutung der Entdeckung Kochs erkannten und anerkannten. Sie vermittelten ihn weiter zu Virchow nach Berlin, bei dem er verständlicherweise auf Ablehnung stieß. Seine Arbeit über den Milzbrandbazillus konnte deshalb nur in Breslau erscheinen. Sie erregte trotzdem großes Aufsehen, und Kochs Weg führte von jetzt an unaufhaltsam nach oben. Im Jahre 1878 veröffentlichte er einen Bericht über die Erreger der Wundinfektion, und zwei Jahre darauf, im Jahre 1880, verfügte er bereits über ein modern eingerichtetes Forschungslaboratorium, in dem mit Gaffky und Löffler zwei hervorragende Assistenten tätig waren: Sie errangen in kurzer Zeit mit der Entdeckung der Erreger von Typhus, Rotz und Diphtherie Weltruhm. Koch hatte bereits damals die Technologie vollendet: Dazu gehörten der Hängende Tropfen zur Untersuchung von Lebendpräparaten, Nährböden zur Trennung der Bakterienstämme und die Differenzierungsfärbung. Robert Koch entdeckte im Jahre 1882 den Tuberkelbazillus und züchtete ihn in Reinkultur.

Was dann folgte, war nicht nur ein erfolgsgekrönter Weg für Koch, sondern ein Siegeszug für die gesamte Bakteriologie. Während einer Forschungsreise nach Ägypten und Indien entdeckte Koch den Choleranerreger, im Laufe weiterer Expeditionen den Erreger der Rinderpest, der afrikanischen Schlafkrankheit, der indischen Pest, und er untersuchte die italienische Malaria. Inzwischen wuchs unter Anleitung des Instituts für Gesundheit in Berlin eine hervorragende Bakteriologengeneration heran. In seinem späteren Leben widmete Koch seine Aufmerksamkeit der Heilung und Vorbeugung der Tuberkulose und stellte aus Zerfallsprodukten der Tuberkelbakterien das *Tuberkulin* her — das allerdings die daran geknüpften Erwartungen für die Bekämpfung der Krankheit nicht erfüllte.

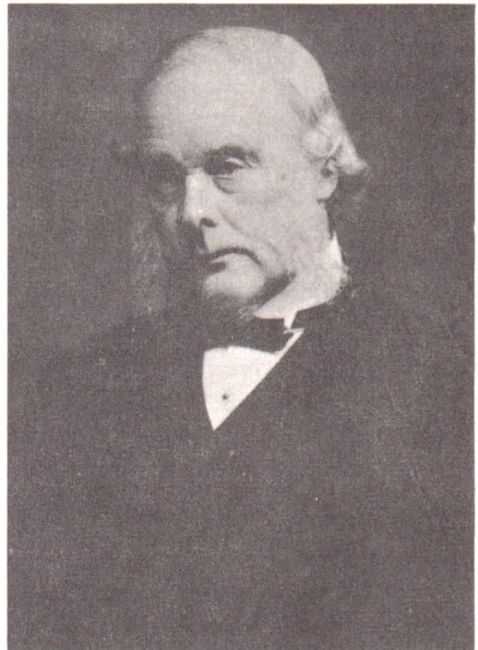
In den achtziger und neunziger Jahren wurden all jene Erreger entdeckt, die mit den damaligen Mikroskopen zu sehen waren, lediglich die filtrierbaren Viren bewahrten ihr Geheimnis.

In diesem Zusammenhang sollte nicht nur über die Entdeckung der

Krankheitserreger, sondern auch über die chirurgische Aseptik – Antiseptik und die Immunologie gesprochen werden.

Die Aseptik ist eigentlich älter: Der ungarische Geburtshelfer Semmelweis setzte sich bereits im Jahre 1847 für sie ein und wandte sie in der Geburtshilfe an. Daß sie sich nicht allgemein einführen ließ, lag wohl vor allem daran, daß es dafür zu früh war: Erst die Entdeckung der Bakterien konnte jene Auffassung fördern, die zum Sieg der Lehre Semmelweis' notwendig war. Semmelweis selbst waren die Bakterien nicht bekannt, trotzdem vertrat er das Prinzip des *Non-infectio*. Die darüber mit großer Leidenschaft geführten Diskussionen bereiteten den Boden vor: Das präventive Händewaschen mit Chlorwasser bei der Geburtshilfe (hier und da auch bei Chirurgen) war bereits vor der Ära der Bakteriologie bekannt.

Als der englische Chirurg Joseph Lister in Anbetracht der entsetzlich hohen Sterblichkeitsquoten bei Operationen über mögliche Schutzmaßnahmen nachzudenken begann, starb Semmelweis gerade an einer Sepsis (1865), und Pasteur veröffentlichte zu dieser Zeit seine Erkenntnis, daß die Luft voller unsichtbarer lebender Erreger sei und daß man Mikroben chemisch oder auf physikalischem



Joseph Lister, 1827–1912

Wege (zum Beispiel durch Hitze) vernichten könne. Listers Genialität liegt darin, daß ihm als Arzt auffiel, woran der Chemiker bisher nicht gedacht hatte: daß nämlich die Wundinfektion, der Brand, die während oder nach den Operationen eintretende fünfundzwanzig- bis neunzigprozentige Sterblichkeit ein Werk der in der Luft enthaltenen Mikroben sei — es müsse deshalb verhindert werden, daß Mikroben in die Wunden gelangen, und selbst die bereits in die Wunden gelangten Mikroben müßten vernichtet werden. Lister nannte sein Verfahren Antisepsis, doch darin ist auch die Asepsis enthalten.

Die Methode war zunächst unvollkommen. Dementsprechend war auch die Zustimmung der Ärzteschaft gering. Doch seit Beginn der siebziger Jahre verbesserte sich Listers Verfahren immer mehr, und es standen ihm auch andere zur Seite: in erster Linie Pasteur selbst, der die Ursachen der Krankenhausinfektionen zu untersuchen begann, des weiteren die berühmten Chirurgen Thiersch, Nussbaum, Volkmann, Esmarch und in Ungarn Lumniczer. Billroth jedoch war beispielsweise noch dagegen, obwohl er später begeisterter Anhänger Listers wurde. Seit den neunziger Jahren bestritt niemand mehr die Richtigkeit des Asepsisprinzips, man war nur noch auf der Suche nach dem wirkungsvollsten Verfahren. Viel Kopfzerbrechen verursachte Lister die gewebezerstörende Wirkung des *Karbolsprays*, ungelöst war auch die Entkeimung des Nähmaterials (Katgut), und auch der Desinfektion der Hände des Chirurgen wurde nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt. Lister selbst operierte beispielsweise noch in den achtziger Jahren in Straßenkleidern und ohne sich die Hände zu waschen. In der Geburtshilfe ließ Hegar die Methoden Semmelweis' wieder aufleben, wobei er das Schwergewicht auf die Desinfizierung der Hände legte. Sterile Operationsbedingungen im heutigen Sinne — durch Dampf sterilisierte Instrumente, Kittel, Tücher, die „Verkleidung“ des Chirurgen, die Isolierung der Operationsräume — wurden von Ernst Bergmann im Jahre 1886 eingeführt, exakte Vorschriften über das Händewaschen der Chirurgen in den letzten Jahren des Jahrhunderts von Fürbringer durchgesetzt.

Der Asepsik gab Pasteur nur die anregende Idee, für die Immunologie jedoch übernahm er selbst die Experimente. Die Vakzinierung — diese Bezeichnung wählte Pasteur in Anerkennung Jenners für seine ersten Immunisierungen — ermöglichte es der Medizin, eine der größten Aufgaben zu lösen: die grundlegende Ausmerzungen der Infektionskrankheiten im zwanzigsten Jahrhundert. Das Experiment in Pouilly-le-Fort, wonach die immunisierten Schafe vom Milzbrandbazil-

lus verschont blieben, war nicht nur ein bemerkenswerter Beweis, sondern auch ein Symbol für die neue medizinische Anschauung; die Bezwingung der Tollwut hingegen machte deutlich, daß es nicht nur möglich ist, Infektionskrankheiten zu bekämpfen, sondern auch das Ausbrechen von Krankheiten zu verhindern. Nachdem im Jahre 1888 das Pariser Pasteurinstitut entstanden war — und in kurzer Zeit weltweit Zweiginstitute eröffnet wurden —, rückte die aktive und passive Immunisierung in den Mittelpunkt des medizinischen Programms. Bildlich gesehen: Das 20. Jahrhundert begann für die Medizin mit der Gründung des Pasteurinstituts.

Neue Methoden in der Psychiatrie

Als zur Zeit der Französischen Revolution Philippe Pinel die Fesseln einiger Insassen von Irrenanstalten löste, vollzog er damit eine symbolische Handlung — weil er sie von echten Fesseln befreite. Geistesranke wurden nicht nur im Mittelalter in Gefängnissen oder unter gefängnisähnlichen Bedingungen eingesperrt gehalten. Pinels Geste bedeutete, daß er diesem Zustand ein Ende bereiten und die Geistesgestörtheit als Krankheit ansehen wollte, die man nicht bestrafen, sondern heilen sollte. Und das nachfolgende Jahrhundert versuchte, den Pflegebedürftigen allmählich zur Freiheit zu verhelfen, die vergitterten Fenster, die klinkenlosen Türen, den Zellenbau, die Zwangsjacken, die Fesseln, die Kaltwasserkuren und die Prügel abzuschaffen. Diese Ansicht wurde jedoch noch lange nicht allgemein anerkannt. Pinels humane Idee wurde von Esquirol und später von Bourneville in Paris fortgesetzt. Für die zwanglose Pflege und das *Open-door-System* (System der geöffneten Türen) setzten sich in England Conolly, in Irland Lalor, in Belgien Guislain, in Deutschland Hayner und Griesinger, in Österreich Jaromir Mundy, in Rußland Korsakow und in Brasilien Moreira ein — doch das war nur ein Tropfen auf den heißen Stein, wie auch die schottischen oder bayrischen arbeitstherapeutischen Anstalten nur das Werk einzelner, außerordentlich fähiger und human denkender Leiter waren. Im letzten Drittel des Jahrhunderts wurden verschiedene gigantische Anstalten errichtet, die für eine humane und zwangsfreie Pflege kaum geeignet waren, und die eher feindselige Zurückhaltung gegenüber den Geisteskranken wurde von der Gesellschaft selbst unverändert bewahrt.

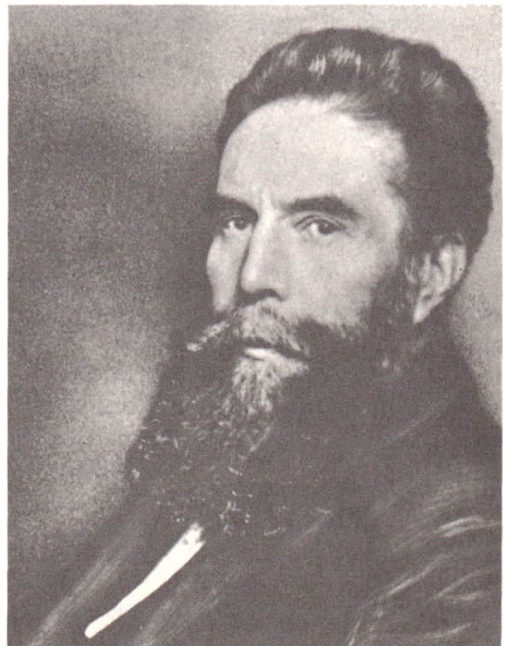
Die wissenschaftliche Untersuchung der Geisteskrankheiten weist manche Parallelen mit den wenig erfolgreichen Versuchen zur Liberalisierung ihrer Behandlung auf. Pinel erarbeitete eine großzügige Systematik auf vitalistischer Grundlage, er versuchte die sensualistische Philosophie Cabanis anzuwenden und eröffnete mit seinem Hauptwerk *Medizinische Psychologie* eine lange Reihe von Publikationen. Esquirol befaßte sich mehr mit der Beschreibung der klinischen Symptome als mit der Systematisierung und widersetzte sich der damals üblichen Ansicht — daß nämlich die Geisteskrankheit die Strafe oder der Ausdruck irgendeiner Bösartigkeit sei. Ein Viertel oder noch mehr der damaligen Anstaltsinsassen waren Opfer der progressiven Paralyse; deren Krankheitsbild hatte Antoine Bayle beschrieben, doch es blieb noch lange Zeit unbekannt, daß es sich um die Folge der Syphilis handle. Mitte des Jahrhunderts kam die Degenerationstheorie in Mode, die von Morel vertreten, insbesondere aber von dem Italiener Lombroso populär gemacht wurde. Sachliche Beschreibungen der Krankheitsbilder und ihre praktisch anwendbare Systematisierung wurden von deutschen Psychiatern vorgenommen, hauptsächlich von Griesinger und Kraepelin, vom ersten mehr auf psychologischer und vom zweiten auf neurophysiologischer Grundlage. Die genaue Beschreibung der neurologischen Krankheitsbilder war in Anbetracht des Entwicklungsstandes der Histologie zum Ende des Jahrhunderts viel eher möglich als die Beschreibung der psychiatrischen Krankheitsbilder; diese Verschiebung zugunsten der Neurologie ist auch heute noch bemerkbar. Den ersten bemerkenswerten Heilerfolg in der Behandlung Geisteskranker erzielte Wagner von Jauregg mit der Behandlung der Paralyse durch Malaria.

Die Anfänge moderner psychiatrischer Schulen lassen sich bis zur Französischen Revolution zurückverfolgen. Nachdem der Österreicher Franz Joseph Gall wegen seiner materialistischen Anschauung aus Wien ausgewiesen wurde, versuchte er in Paris seine „Schädellehre“ zu verbreiten, die eine naive Vorgängerin der späteren Lokalisationstheorie darstellt, zugleich aber auch eine kühne Physiognomielehre beinhaltet. Unter den Pariser Gelehrten erntete er keinen Erfolg, um so mehr aber im Kreis der breiten Öffentlichkeit. Seine Methode wurde unter der Bezeichnung *Phrenologie* von Spurzheim in England verbreitet. Der Wiener Anton Mesmer versuchte gleichfalls in Paris mit seinem *Magnetismus* sein Glück. Anfangs hatte er stürmischen Erfolg, später erlitt er schmachvoll Schiffbruch. Sein „tierischer Heilmagnetismus“ hingegen konnte sich behaupten, denn es han-

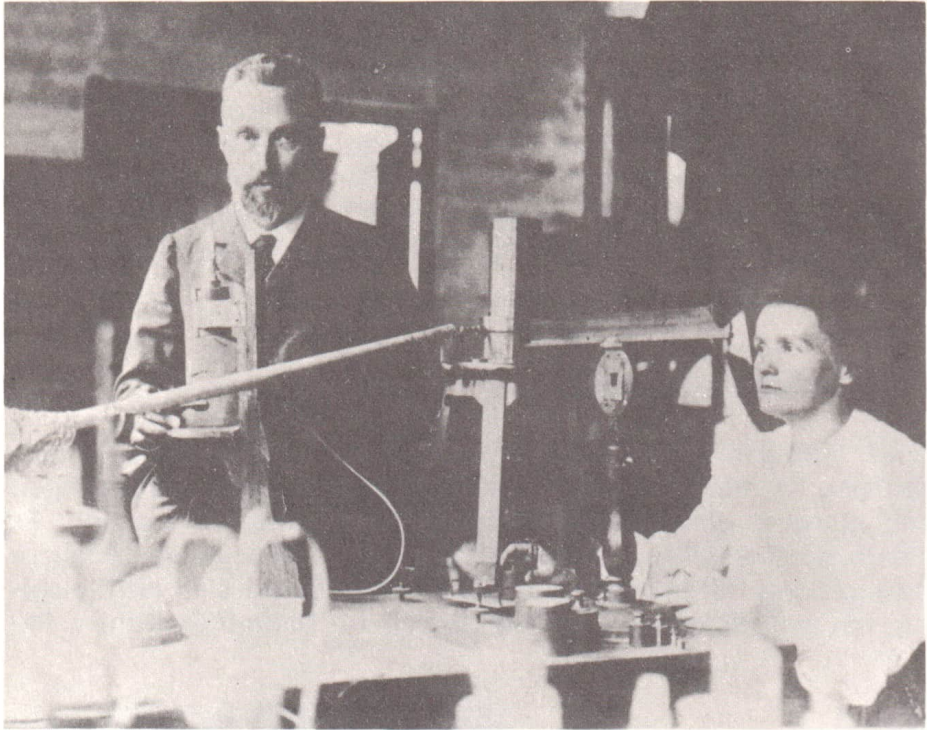
delte sich im Grunde genommen um nichts anderes als um Hypnose. Liébault, Bernheim und Charcot setzten die Hypnose in der Psychiatrie bereits mit Erfolg ein. Charcot erreichte durch die Beschreibung des Krankheitsbildes der Hysterie Berühmtheit, seine Arbeit wurde von Pierre Janet fortgesetzt. Gewissermaßen als Schüler von beiden trat in den letzten Jahren des Jahrhunderts Sigmund Freud auf; zuerst experimentierte er mit hypnotischen Methoden, später entwickelte er seine eigene Anschauung und Methodik, die Psychoanalyse.

Geheimnisvolle Strahlen

Ende 1895 gab der Würzburger Physiker Conrad Röntgen die Entdeckung von neuen Strahlen bekannt, die feste Körper durchdringen und geeignet sind, bisher Unsichtbares sichtbar zu machen. Er nannte sie X-Strahlen, Kolliker gab ihnen die seither gebräuchlichere Bezeichnung Röntgenstrahlen. Die Strahlen selbst sind nicht sichtbar, sie hinterlassen jedoch ihre Spuren auf lichtempfindlichem Pa-



Conrad Röntgen, 1845–1923



Das Ehepaar Curie in seinem Pariser Laboratorium

pier. Folglich kann man mit ihnen fotografieren. Bald darauf wurde die medizinische Verwendbarkeit dieser Strahlen im Londoner Guy-Krankenhaus überprüft: Der unsichtbare Strahl machte sogar eine in einen Wirbelknochen eines Matrosen eingedrungene Messerspitze sichtbar. Seitdem trat die Röntgenstrahlung in der medizinischen Diagnostik, später in der Therapie und in unserer Zeit auch in der Industrie und in vielen anderen Bereichen ihren Siegeszug an.

Im Jahre 1896 wurde vom Pariser Physiker Henri Becquerel festgestellt, daß vom Urangestein Strahlen ausgehen. Damit begann die Erforschung der *Radioaktivität*. Der Pariser Physiker Pierre Curie und seine Assistentin, die Polin Marie Skłodowska — ihr bekannterer Name ist Madame Curie, da Pierre Curie sie später geheiratet hatte —, stellten im Laufe der Untersuchung von Pechblende fest, um welche Elemente es sich bei der Strahlung handelt. Dem englischen Physiker Rutherford hingegen gelang die Erklärung des fortlaufenden radioaktiven Zerfalls. Damit nahm die Atomphysik ihren Anfang.

Der vom Ehepaar Curie für die Entdeckung des Radiums und seine Darstellung geführte heroische Kampf ist einer der eindrucksvollsten und bekanntesten Abschnitte in der Geschichte der Naturwissenschaften. Im Laufe dieses Kampfes gab es einen denkwürdigen Augenblick: Als es ihnen gelungen war, aus der Joachimsthaler Pechblende das Radium zu isolieren. Eines Abends begab sich das Ehepaar in jenen Schuppen, den es als Laboratorium benutzte. Fasziniert blickten die beiden Forscher auf das strahlende Ergebnis ihrer mühevollen Arbeit: Das Material leuchtete von selbst.

Dies geschah im Jahre 1900. Damit erreichte das 19. Jahrhundert sein Ende, begann unser Zeitalter.

Nachbemerkung

Seit der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert, mit der Prof. István Benedek seinen Streifzug durch die Geschichte der Naturwissenschaften abschließt, hat sich die Wissenschaftsentwicklung so ungeheuer beschleunigt und einen so enormen Umfang angenommen, daß alles bisher auf diesem Gebiet Dagewesene in den Schatten gestellt wird. Vom quantitativen Anwachsen der Naturwissenschaften zeugt zum Beispiel folgendes: Man hat errechnet, daß gegenwärtig mehr Forscher tätig sind als in der gesamten Zeit bis zur letzten Jahrhundertwende. Hier kann nur in Kürze auf einige allbekannte Resultate wichtiger Disziplinen hingewiesen werden.

Unser Jahrhundert begann mit umwälzenden Leistungen der theoretischen Physik: Im Jahre 1900 berichtete Max Planck vor der Physikalischen Gesellschaft in Berlin über die Grundlagen der Quantentheorie. Er wies nach, daß die Abgabe und Aufnahme von Energie bei Wärmestrahlungsvorgängen unstetig vor sich geht — in Form von kleinsten Mengen, von Quanten. Kurz darauf entdeckte Albert Einstein eine ähnliche Erscheinung beim Licht. Auch dieses erwies sich als „quantisiert“, als ein Strom kleinster Einheiten, der Photonen. Diese neuen Theorien wurden damals nur in einem kleinen Kreis von Spezialisten diskutiert, in der Öffentlichkeit fanden sie kaum einen Widerhall, obwohl sie eine Revolution der Physik darstellten und in den folgenden Jahrzehnten auf Technik, Wirtschaft und Politik gewaltige Auswirkungen hatten. Gemeinsam mit anderen physikalischen Entdeckungen führten sie unter anderem zur Spaltung des Atomkerns und damit sowohl zur Atombombe als auch zur friedlichen Anwendung der Kernenergie.

In der Astronomie leiteten diese neuen Erkenntnisse ebenfalls einen Umschwung ein. Sie erlaubten zum Beispiel einen Blick ins Innere der Fixsterne und eröffneten neue Möglichkeiten, die Gesamtentwicklung der Sternenwelt als geschichtlichen Prozeß zu erforschen. Die auf den Fortschritten der Raketentechnik, der Elektronik und vielen anderen Bereichen aufbauende Raumfahrt hat auch eine

gründliche Bestandsaufnahme auf den Planeten des Sonnensystems und deren Monden zur Folge. Neue Aufschlüsse über die Verhältnisse auf Venus, Mars oder Jupiter gehören schon zur Alltagslektüre des Zeitungslesers. Die Erfolge der Strahlungsphysik sind zur Basis für ein ganz neues und vielversprechendes astronomisches Teilgebiet, die Radioastronomie, geworden.

Obwohl erst um die Mitte unseres Jahrhunderts entstanden, ist die von Norbert Wiener begründete Kybernetik ein führender Wissenschaftszweig unserer Epoche. Diese Lehre über die Steuerung verschiedenster Systeme hat vor allem einen sehr starken Anteil an der Automatisierung der Produktion. Sie ist mit vielen anderen Wissenschaften (unter anderen Mathematik, Logik, Biologie, Psychologie) aufs engste verflochten, und es gibt jetzt wohl keinen Lebensbereich mehr, der ihren Auswirkungen entzogen wäre.

Von hoher Bedeutung für Volkswirtschaft, Medizin und Alltag ist die Chemie geworden. Es ist ihr nicht nur gelungen, komplizierteste organische Verbindungen aufzuhellen, sondern auch viele davon synthetisch herzustellen (zum Beispiel das Insulin). Künstliche chemische Verbindungen wurden zur Materialgrundlage vieler Industrien. Einen ungeahnten Aufschwung nahm die Biochemie, die zu einer selbständigen Wissenschaft zwischen Chemie und Biologie geworden ist. Sie durchleuchtet die chemische Struktur der pflanzlichen, tierischen und menschlichen Zellen und Organe, den Stoffwechsel, das Wirken von Fermenten, Hormonen und dergleichen. Einer ihrer Zweige, die Molekulargenetik, analysiert mit wachsendem Erfolg die molekularen Grundlagen der Vererbung. Die Folgen für Landwirtschaft und Medizin sind überhaupt noch nicht abzusehen.

Auch Disziplinen, die kaum materiellen Nutzen, jedoch wesentlichen Erkenntnisgewinn bringen, wie die Urgeschichte des Menschen und die Archäologie, erschlossen neue Horizonte. Funde aus dem Übergangsfeld vom Tier zum Menschen, die vor allem in Ostafrika gemacht wurden, bestätigten die Voraussagen Darwins und Haeckels weitgehend, präzisierten aber zugleich auch unser Wissen. Physikalische Methoden der Zeitmessung, in erster Linie die Radiokarbonmethode, erlaubten es zum Beispiel, das Alter der in Afrika gefundenen menschlichen Skelettreste auf über zwei Millionen Jahre zu bestimmen. Die Wissenschaft des Spatens, die Archäologie, heute treffender auch Wissenschaft des Spachtels und der Zahnbürste genannt, brachte bisher unbekannte Zivilisationen ans Tageslicht, so die minoische auf Kreta und die Induskultur im heutigen Pakistan. In den ver-

gangenen dreißig Jahren stellte es sich heraus, daß in Kleinasien, Syrien und Palästina schon Tempel und ganze Städte errichtet wurden, bevor an Sumer oder das Pharaonenreich überhaupt zu denken war. Die Anfänge der Landwirtschaft kann man entgegen älteren Vorstellungen sogar bis ins 8. Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung zurückverfolgen.

Diese Beispiele eines stürmischen Voranschreitens von Wissenschaftszweigen ließen sich leicht um ein Vielfaches vermehren. Es sei nur noch auf die Resultate in der Mathematik, der Geologie (Kontinentalverschiebungstheorie), auf die Leistungen der Medizin bei Organtransplantationen und der Zeugung von Babys im Reagenzglas verwiesen. Dabei beschleunigt sich das Tempo des wissenschaftlichen Fortschritts immer mehr, was ja schon ernste Probleme bei der Ausbildung der Studenten aufwirft. Die Fülle der Publikationen zu registrieren und möglichst auch auszuwerten ist selbst zu einem neuen Wissenschaftszweig geworden. Für den einzelnen, und sei er noch so vielseitig, ist es heute aussichtslos, tiefere Einsicht in die Vielzahl der Fachbereiche erlangen zu wollen.

Unter diesen Umständen wird für den Naturwissenschaftler die Philosophie bedeutungsvoller als je zuvor. Von ihr erwartet er Aussagen über Ziel und Sinn seiner Arbeit, eine Einordnung seines Wirkens in die großen gesellschaftlichen Prozesse der Gegenwart, ethische Maßstäbe für seine Tätigkeit innerhalb und außerhalb seiner Wissenschaft und nicht zuletzt eine Methodologie für sein wissenschaftliches Forschen. Viele Philosophen der Vergangenheit, beginnend mit den ionischen Naturphilosophen, befaßten sich auf ihre Art bereits mit solchen Problemen, zum Teil recht intensiv. Viele ihrer Denkergebnisse sind von bleibender Bedeutung und gehören zum geistigen Schatz der Menschheit. Indessen können wir heute bei ihnen natürlich nicht stehenbleiben; die Wissenschafts- und Gesellschaftsprobleme unserer Epoche verlangen philosophische Antworten von neuer Qualität.

Unter den zahlreichen philosophischen Richtungen und Schulen des 20. Jahrhunderts gewann die marxistisch-leninistische Philosophie, der dialektische und historische Materialismus, immer mehr an Verbreitung und Gewicht und spielt gegenwärtig die entscheidende Rolle im geistigen Leben. Diese Philosophie, deren Grundanliegen es ist, die Arbeiterklasse weltanschaulich in die Lage zu versetzen, ihre historische Mission zu verwirklichen, nämlich die sozialistische Revolution durchzuführen und die sozialistische und kommunistische Ge-

sellschaft aufzubauen, übt auch auf die Naturwissenschaftler immer stärkeren Einfluß aus — vor allem natürlich in den sozialistischen Ländern, aber auch in der Sphäre des Kapitals.

Dieser Siegeszug beruht vor allem darauf, daß der dialektische und historische Materialismus die Philosophie der kommunistischen Bewegung ist. Aber auch spezifische Eigenheiten dieser Philosophie tragen dazu bei, so, daß sie die wichtigsten philosophischen Leistungen früherer Schulen kritisch verarbeitet und schöpferisch weiterentwickelt hat und daß sie nicht dogmatisch an veralteten Auffassungen klebt, sondern neue Resultate ständig verarbeitet.

Marx, Engels und Lenin interessierten sich brennend für neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse und zogen aus ihnen Schlußfolgerungen für ihre materialistische Philosophie. Gleichzeitig brachten sie immer wieder zum Ausdruck, daß der Mangel an philosophischem Sinn für den Naturwissenschaftler ein Hindernis bei seiner Forschungsarbeit ist. Die Verachtung der Philosophie, die als Reaktion auf die spekulative idealistische Naturphilosophie gang und gäbe war, hielten sie für einen großen Fehler.

Die besondere Aufmerksamkeit von Marx galt den Entdeckungen Darwins, die er intensiv studierte. Karl Marx sah im Darwinismus diejenige Auffassung, welche der religiös-idealistischen Lehre von der Zweckmäßigkeit in der Natur (Teleologie) den Todesstoß versetzte. Friedrich Engels stellte in seiner Rede am Grabe von Marx dessen wissenschaftliche Leistung mit der Darwins auf eine Stufe.

Bei der relativen Arbeitsteilung, die Marx und Engels unter sich vornahmen, fiel Engels auch die Beschäftigung mit den Naturwissenschaften zu. In seiner genialen Studie *Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen* ergänzte und vertiefte Engels die Theorien Darwins und seiner Schüler Huxley und Haeckel über die Abstammung des Menschen aus dem Tierreich, indem er den entscheidenden gesellschaftlichen Faktor bei diesem Prozeß herausarbeitete. Gründlich war Engels auch mit der Geschichte und dem neuesten Stand der Chemie vertraut. Auf diesem Felde kam ihm zustatten, daß Carl Schorlemmer, einer der Begründer der organischen Chemie, eng mit ihm befreundet war. Die Schrift von Friedrich Engels gegen den eitlen und eklektischen Philosophen Eugen Dühring *Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft*, kurz „Anti-Dühring“ genannt, zeugt von einem enzyklopädischen Wissen über die Natur und einem tiefen Eindringen in deren Zusammenhänge. Umfangreiche Untersuchungen zu philosophischen Problemen der Naturwissenschaften,

die Engels nicht zu Ende führen konnte, wurden erst 1925 unter dem Titel *Dialektik der Natur* in Moskau veröffentlicht. Sie können Naturwissenschaftlern und Philosophen unserer Tage ein Beispiel sein, wie sich philosophisches und naturwissenschaftliches Denken gegenseitig befruchten können.

Lenin beschäftigte sich mit dem Verhältnis von Marxismus und Naturwissenschaft vor allem, als er gegen die philosophischen Auffassungen des sogenannten *Empiriokritizismus* zu Felde zog, die sich nach der gescheiterten Revolution von 1905 unter sozialdemokratischen Intellektuellen ausbreiteten. Die Vertreter dieser Spielart des Idealismus beriefen sich nämlich vorzugsweise auf die neuesten physikalischen Ergebnisse. Nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution befaßte sich Lenin vor allem damit, die russischen Gelehrten in den Aufbau einer neuen Gesellschaft einzubeziehen, und bemühte sich um ein Bündnis zwischen Naturwissenschaft und Materialismus gegen alle Formen der Reaktion und des Dunkelmännertums.

Als Kern aller weltanschaulichen Auseinandersetzung betrachtete Lenin das Verhältnis von Materie und Bewußtsein, das schon Engels als Grundfrage der Philosophie gekennzeichnet hatte. Während die idealistischen Philosophen eine universelle Vernunft, eine absolute Idee oder ein ähnliches geistiges Prinzip als das Ursprüngliche betrachten, das den materiellen Erscheinungen zugrunde liegt, lehren die materialistischen Philosophen, daß die Materie das Ursprüngliche ist, aus dem sich das Bewußtsein ableitet, daß das Denken die Welt nicht erschafft, sondern sie widerspiegelt, daß, auch zeitlich betrachtet, die Materie vor dem Denken da war. Lenin wandte sich leidenschaftlich gegen alle Versuche, den materialistischen philosophischen Standpunkt mit dem idealistischen zu versöhnen oder die Grundfrage der Philosophie zu vertuschen. An Marx und Engels anknüpfend, wies er nach, daß der Hauptinhalt der Philosophiegeschichte der Kampf zwischen Materialismus und Idealismus ist, der „Kampf zwischen den Tendenzen oder Linien eines Plato und eines Demokrit“*, wie sich Lenin ausdrückte. Dabei war in der Regel die materialistische Philosophie mit den Naturwissenschaften verbunden. Die ersten Philosophen, die ionischen Materialisten, waren gleichzeitig auch Naturwissenschaftler. Aber auch nach der allmählichen Vervollständigung der Naturwissenschaften, die schon in der Antike begann, einte das Bestreben nach möglichst gründlicher Erkenntnis der Welt und der in ihr obwaltenden Gesetzmäßigkeiten Naturwissen-

* W. I. Lenin, Werke, Bd. 14, Dietz Verlag, Berlin 1970, S. 124

schaftler und materialistische Philosophen. Natürlich waren in der Wissenschaftsgeschichte nicht alle bedeutenden Naturwissenschaftler Materialisten. Viele blieben aus Motiven gesellschaftlicher oder politischer Natur der Religion oder idealistischen Philosophiesystemen verbunden. Darüber hinaus gibt es jedoch Wurzeln des Idealismus, die im Erkenntnisprozeß selbst begründet sind. Begriffe und Ideen spielen bei der wissenschaftlichen Arbeit eine bedeutende Rolle. Deshalb gelangten manche Wissenschaftler zu der Vorstellung, den Begriffen und Ideen käme mehr Realität zu als den wechselnden Erscheinungen der Natur. So meinte zum Beispiel Platon, die Ideen in ihrer Reinheit seien das Wirkliche, die Dinge seien nur die „Schatten“ dieser Ideen. Pythagoras sah die geometrischen Beziehungen als das eigentlich Wirkliche an. So werden von den Idealisten einzelne Elemente des Erkenntnisprozesses verabsolutiert, und auf dieser Grundlage wird bestritten, daß Begriffe und Ideen eine Widerspiegelung objektiv realer Verhältnisse und Prozesse sind.

Der Materialismus entwickelte sich mit jeder wesentlichen naturwissenschaftlichen Entdeckung weiter. Als einige philosophierende Naturwissenschaftler im 19. Jahrhundert bei den veralteten philosophischen Anschauungen des 18. Jahrhunderts stehenblieben, die von der Mechanik als wesentlichster Wissenschaft ausgingen (zum Beispiel Ludwig Büchner, Carl Vogt, Jakob Moleschott), wurden sie von Marx und Engels aufs schärfste angegriffen und als Vulgärmaterialisten bezeichnet. Die Begründer des wissenschaftlichen Sozialismus warfen den Vulgärmaterialisten vor allem völligen Mangel an dialektischem Denken vor.

Die Dialektik als die Methode, Natur, Geschichte und menschliches Denken als widerspruchsvollen Prozeß zu erfassen, hatte der idealistische Philosoph Georg Wilhelm Friedrich Hegel, auf viele Vorgänger seit der Antike aufbauend, zu einem Höhepunkt geführt. Während die Vulgärmaterialisten der Dialektik verständnislos gegenüberstanden, hatten Marx und Engels die Hegelsche Dialektik von ihrer idealistischen Hülle befreit, sie „vom Kopf auf die Füße“ gestellt. Marx und Engels wandten die Dialektik vor allem an, um die ökonomischen und politischen Bewegungsgesetze zu erfassen, sie zeigten aber auch, vor allem Engels im „Anti-Dühring“ und in der „Dialektik der Natur“, daß die neuen naturwissenschaftlichen Entdeckungen nur mit Hilfe der materialistischen Dialektik richtig zu verstehen waren und daß der Naturwissenschaftler dann am besten vorankommt, wenn er nicht nur spontan, sondern bewußt dialektisch denkt.

Wesentlich für das Verhältnis von materialistischer Philosophie und Naturwissenschaften ist die Weiterentwicklung und präzisere Formulierung des grundlegenden Begriffs Materie, den die Klassiker des Marxismus-Leninismus vornahmen. Antike Materialisten wollten die gesamte Welt in ihrer Vielfalt auf einen Urstoff, so Thales, oder mehrere Urelemente zurückführen. Demokrit und andere griechische und römische Denker betrachteten unteilbare Teilchen (Atome) als Bausteine des Universums. Vorzugsweise an diese Atomistik knüpften Physiker und materialistische Philosophen der Neuzeit an. Ihr Materiebegriff drückte einerseits aus, daß sie die Materie für ursprünglich, das Bewußtsein für sekundär hielten, andererseits machte er bestimmte Aussagen über die Eigenschaften der Materie beziehungsweise der Atome (zum Beispiel deren Undurchdringlichkeit), die dem damaligen Stand der Physik, vor allem der Mechanik, entsprachen. Marx und Engels bestimmten die Materie als umfassende, rein philosophische Kategorie, die keine physikalischen Bestimmungen einschließt. Die Materie umfaßt alle Bereiche und Entwicklungsformen der objektiven Realität, alles, was außerhalb des menschlichen Bewußtseins und unabhängig von ihm existiert. Lenin prägte in seinem Werk *Materialismus und Empiriokritizismus* die klassisch gewordene Definition: „Die Materie ist eine philosophische Kategorie zur Bezeichnung der objektiven Realität, die dem Menschen in seinen Empfindungen gegeben ist, die von unseren Empfindungen kopiert, fotografiert, abgebildet wird und unabhängig von ihnen existiert.“* Der marxistisch-leninistische Materiebegriff bezeichnet also keinen Urstoff, keine „Substanz“ aller Erscheinungen oder ähnliches. Er bezeichnet nicht nur die Masse im physikalischen Sinn, die von der Physik und dem vormarxistischen Materialismus oft mit der Materie gleichgesetzt wurde, sondern zum Beispiel auch alle Arten der Strahlung sowie alle biologischen Erscheinungen, eben überhaupt alles, was unabhängig vom Bewußtsein existiert, was nicht Bewußtseinsinhalt ist.

Die Bedeutung des dialektischen und historischen Materialismus für den Naturwissenschaftler erschöpft sich freilich nicht darin, daß er ihm ein modernes Instrumentarium für Forschung und theoretisches Denken gibt. Wesentlicher ist die Tatsache, daß diese Lehre ihm wie allen anderen arbeitenden und friedliebenden Menschen die gesellschaftlichen Grundprobleme der Gegenwart erschließt. Die moralische Verantwortung des Naturwissenschaftlers ist in unserem Jahr-

* ebenda

hundert riesengroß geworden. Vor allem darf er nicht zulassen, daß die Resultate seiner Arbeit zu verbrecherischen Zwecken mißbraucht werden. Als einzelner ist er dazu nicht imstande. Er muß deshalb diejenigen gesellschaftlichen Kräfte kennen, die willens und in der Lage sind, eine Welt des Friedens zu schaffen, und auch an ihre Seite treten.

Dr. Helmut Wolle

Inhalt

5	Das Vermächtnis des Altertums
6	Frühe Kultur gleich primitive Kultur?
7	Die Entstehung der Götter
9	Der Homo sapiens
10	Altamira und die Höhlenmalereien
12	Weitere Höhlen unserer Vorfahren
13	Wie malten unsere Urahnen?
15	Warum malte der Urmensch in Höhlen?
18	Mesopotamien
19	Die Sumerer
21	Epochemachende Erfindungen
23	Der Stand des Wissens vor fünftausend Jahren
24	Schreiben und Rechnen
27	Ablösung des Reiches der Sumerer durch das babylonische Reich
28	Das erste Gesetzbuch
29	Marduks Reich
30	Gottschöpfung – Weltschöpfung
32	Das Gilgamesch-Epos
33	Kunst und Studium der Babylonier
35	Ägypten
37	Die erstarrte Kultur
40	Mathematisches und naturwissenschaftliches Wissen der Ägypter
43	Die Heilkunde der Ägypter
46	Hellas
46	Die Insel Kreta
48	Der Zerfall der zentralen Herrschaft
51	Die Kosmogonie der Griechen
53	Entstehung der Literatur bei den Griechen
58	Griechische Denker
60	Der Wert der Erfahrung
62	Athen in seiner Blütezeit

63	Gab es einen ersten Anstoß?
65	Der Mensch ist das Maß aller Dinge
67	Ein Plebejer namens Sokrates
69	Die Platonische Idee
72	Form und Materie bei Aristoteles
76	Stoa und Epikur und ihre gegensätzlichen Lehren
78	Griechische Ärzte und Astronomen
78	Äskulaps Heiligtum
80	Die Schule des Hippokrates
81	Hellenische Gelehrte
85	Die Ärzte Alexandrias
87	Rom und seine Ärzte
92	Das Mittelalter
92	War das Mittelalter wirklich finster?
95	Arabische Wissenschaftler
97	Die ersten Universitäten entstehen
102	Die Naturwissenschaft im Zeitalter der Scholastik
108	Alchemie und Astrologie
112	Die Medizin im Mittelalter
122	Der Geist der Renaissance
122	Auf der Suche nach Neuem
125	Wider die Scholastik
127	Das Quattrocento — ein Zeitalter voller Intrigen und Fehden
133	Die gelehrte Unwissenheit
138	Am Anfang der Neuzeit
141	Die Vielseitigkeit der Naturforscher des 16. Jahrhunderts
149	Die Obduktion wird Grundwissenschaft der Medizin
158	Die Medizin an der Grenze von Wissenschaft und Mystik
167	Im Kampf gegen den Gewissensterror
169	Naturphilosophen und die Unendlichkeit der Welt
173	Das Jahrhundert der Mechanik
176	Wissen ist Macht
178	Astronomia nova
181	Und die Erde bewegt sich doch
184	Ich denke, also bin ich
188	Für und wider Cartesius

190	Der Antichrist Hobbes
192	Die Wahrheit als Prüfstein für sich selbst
195	Die neue Physik
201	König der klassischen Physik: Isaac Newton
204	Die Entdeckung des Blutkreislaufs — eine entscheidende Wende in der Biologie
208	Unsichtbares wird sichtbar
211	Ärzte als Forscher
218	Gegen die Urzeugungstheorie
225	Naturrecht, Naturmoral und Naturbekenntnis — die vorherrschenden Anschauungen des 17. Jahrhunderts
227	Das Zeitalter der Aufklärung
228	Frankreich im Zeichen der Aufklärung
231	Das naturalistische Weltbild der französischen Aufklärung
235	Mystizismus und Agnostizismus im Zeitalter der Aufklärung
237	Über die Grenzen der Erkenntnisfähigkeit
239	Neue Impulse für die Naturwissenschaften
244	Die Systematik der Natur
248	Stufenleiter der Lebewesen
257	Boerhaaves Schüler
261	Vom Animismus zur pathologischen Anatomie
267	Der Forscherdrang des Bürgertums
269	Das naturwissenschaftliche Denken des 19. Jahrhunderts führt zu neuen Erkenntnissen
274	Die Wissenschaft von der Energie
283	Die Geburt der Biologie
289	Erasmus Darwin und Jean Lamarck
294	Georges Cuvier und sein Kreis
299	Neptunisten gegen Plutonisten
303	Auf „Gesteinsjagd“
307	Die ersten Urmenschenfunde
310	Darwinismus liegt in der Luft
314	Von der Entstehung der Arten
319	Die Abstammung des Menschen
327	Vererbungstheorien
333	Ein neuer Weg der Seuchenbekämpfung — die Schutzimpfung
336	Die Erneuerung der inneren Medizin
338	Narkose und Lokalanästhesie — Helfer des Arztes

- 339 Lebende Krankheitserreger
- 343 Die Blütezeit der Bakteriologie
- 349 Neue Methoden in der Psychiatrie
- 351 Geheimnisvolle Strahlen

354 **Nachbemerkung**

Verlag Neues Leben Berlin

Lizenz Nr. 303 (305/261/82)

LSV 0209

Gesamtgestaltung: Walter Leipold

Fotos und Illustrationen: Archiv Gondolat

Schrift: 11 p Holsatia

Gesamtherstellung: Karl-Marx-Werk Pößneck V 15/30

Bestell-Nr. 643 237 8

DDR 15,80 M



*a Lausanne chez Marc Michel Bousquet & Chapu
1760*

ESSAIS
DE
THEODICÉE

Sur la BONTE' DE DIEU, la LIBERTE' DE L'HOMME, & L'ORIGINE DU MAL.

PAR MONSIEUR
GOD. GUIL. LEIBNITZ

*Nouvelle Edition , augmentée de l'Histoire
de la VIE & des OUVRAGES
de l'Auteur , par M. le Chevalier DE
JAUCOURT.*

TOME PREMIER.



A LAUSANNE,
Chez MARC-MIC. BOUSQUET & Comp.

M D C C L X.

Altamira und die Höhlenmalereien · Epochenmachende Erfindungen · Naturwissenschaft, Mathematik und Medizin bei den Ägyptern · Äskulaps Heiligtum · Die ersten Universitäten · Das Jahrhundert der Mechanik · Astronomia nova · Die neue Physik · Die Entdeckung des Blutkreislaufs · Unsichtbares wird sichtbar · Systematik der Natur · Stufenleiter der Lebewesen · Neptunisten gegen Plutonisten · Auf „Gesteinsjagd“ · Von der Entstehung der Arten · Vererbungstheorien · Die Blütezeit der Bakteriologie · Geheimnisvolle Strahlen

