

Wendepunkte im Werden der Naturwissenschaften.

Von Prof. Dr. Josef Gicklhorn, Wien.

Wenn heutzutage irgendwer nach irgendeinem wissenschaftlichen Werk greift, das ein Gebiet der Naturwissenschaften behandelt, dann sucht er fast immer und in erster Linie irgendwelche Ergebnisse. Es ist dabei gleichgiltig, ob diese Ergebnisse niedergelegt sind in chemischen oder mathematischen Formeln, in einfachen Beschreibungen über den Bau oder das Leben irgendeines Tieres oder einer Pflanze, ob die Ergebnisse das Aussehen, die Zusammensetzung und Verbreitung irgendeines Minerals betreffen, ob es sich um Zahlen und Ziffernkolonnen ganzer Versuchsreihen handelt oder um wissenswerte Daten eines Sternes am Himmel. Jedenfalls ist die heutige Naturwissenschaft so reich und so eindrucksvoll an Ergebnissen, daß heute niemand mehr an der Berechtigung des Schlagwortes zweifelt, daß wir im „Zeitalter der Naturwissenschaften“ leben und sicher kennt jeder irgendwelche Auswirkungen und Auswertungen naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse in der Technik, der Medizin, der Wirtschaft usw.

Es kommt aber nachweisbar recht selten vor, daß ein Naturfreund in einer Bibliothek ein Buch ver-

langt, aus dem er zu erfahren hofft, wie man denn zu diesen Ergebnissen gekommen ist, wem sie zu verdanken sind, wo und wann sie gewonnen wurden. Nachweisbar verlangen dann in solchen Fällen die meisten wieder nur Schriften mit der Beschreibung und der Anleitung zur Handhabung von allerlei Instrumenten, Apparaten, Maschinen, Chemikalien, ganzen Versuchsanordnungen usw. Allzu leicht vergißt man, daß ja die eindrucksvollen Erfolge der Naturwissenschaft nicht ausschließlich der Arbeit unserer Zeit zu danken hat, sondern daß wir die Nutznießer der Arbeit und Vorarbeit vieler Generationen sind, deren Pionierleistungen mangels allgemein verbreiteter Kenntnis der Geschichte bahnbrechender Erfindungen und epochemachender Entdeckungen in einer manchmal aufreizend geringschätzigen Weise unbekannt bleiben oder verkannt werden.

Es ist Aufgabe der Wissenschaftsgeschichte und in unserem besonderen Fall der Geschichte der Naturwissenschaft das Werden von Problemen und Ergebnissen auf Grund von Quellenstudien aufzuzeigen. Eine weitere Aufgabe besteht darin, den verschieden großen, zeitbedingten Anteil verschiedener Länder und Völker darzustellen. Es ist weiters Aufgabe einer Wissenschaftsgeschichte die zeitgemäß gebundene Arbeits- und Denkweise zur Lösung wissenschaftlicher Probleme klarzumachen, wenn es auch nicht möglich ist, sie immer an Hand

der manchmal spärlichen fließenden Quellen jedermann verständlich zu beweisen oder gar in allen ihren Gründen zu erklären.

Wenn ich Ihnen heute in gedrängter Übersicht bloß einige der wesentlichen Züge im Werden der Naturwissenschaft zur Diskussion und zum Nachdenken vorlege, dann bedarf es wohl weder einer Entschuldigung und noch weniger einer Begründung, daß ich heute ausschließlich einige der Hauptzüge hervorheben kann. Der erste Punkt, den wir zu beachten haben, ist die längst gesicherte Erkenntnis, daß gerade jene Gebiete der Naturwissenschaft, die Viele geradezu abschrecken, wegen ihrer vermeintlich für den Laien unverständlichen Grundbegriffe und Theorien garnicht im Sinne einer Wissenschaft heutiger Prägung begonnen haben. Mathematik, Chemie, Physik und Astronomie ist ursprünglich nicht Wissenschaft, sondern solides Handwerk oder Technik und der letzte Zweck war Dienst für die praktischen Bedürfnisse des Alltags. Die gewonnenen Erfahrungen, Beobachtungen und Erkenntnisse wurden aber einem unbezwingbaren Bedürfnis des denkenden Menschen folgend in einer uns heute primitiv anmutenden Weise erklärt. Für eine Unzahl von Erscheinungen in der Natur, die nicht unmittelbar in ihren Zusammenhängen und Auswirkungen erklärlich waren, nahm man als letzten Beweggrund oder als Ursache ein geistiges Wesen an, einen guten oder dem Menschen feindlich

gesinnten Dämon, der Gewitter, Erdbeben, Krankheiten usw. verursachen oder der die Menschen davor bewahren kann. Diese rein empirisch und mit Religion und Mythen verknüpfte früheste Zeit der Naturwissenschaften ist längst durch Funde alter Kulturdenkmäler belegt, aber sie ist keinesfalls das erste und älteste Zeugnis. In der Geschichte der Naturwissenschaften und Medizin wird immer wieder ausdrücklich mit Staunen hervorgehoben, daß die historisch ältesten Dokumente der Babylonier, Assyrer, Ägypter, Inder usw. einen derartigen Hochstand an Erkenntnissen und der Art ihrer Verwertung aufweisen, daß unbedingt eine frühere, viel weniger differenzierte Zeit vorangegangen sein muß. So führt jede Beschäftigung mit den ersten Grundlagen der Naturwissenschaften früher oder später zu den Leistungen des Naturmenschen schlechthin. Einer allgemein anerkannten Meinung nach versteht man darunter jene Menschen in frühester Zeit, die in der Natur und von ihr lebten und sich unmittelbar mit ihr auseinandersetzen mußten. Auf Grund der Beobachtungen an noch heute lebenden, primitiven Völkern können wir uns zwar keinen genauen Einblick in die Arbeits- und Denkweise verschaffen, aber mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit behaupten, daß alles Wissen und jeder Fortschritt in hohem Maß Sache des Zufalls war, daß als Maßstab für die Wertung jedes Zuwachses an Wissen das praktische Be-

dürfnis entscheidend war. Das Erstaunlichste bleibt aber heute die Tatsache, daß der Naturmensch, mit einer schlechthin bewundernswerten Beobachtungsgabe ausgerüstet, einen ans Unbegreifliche grenzenden Spürsinn entwickelt hatte und mit der Befriedigung seiner Bedürfnisse staunenswerte wissenschaftliche Arbeit geleistet hat. Wir brauchen uns nur daran zu erinnern, daß die noch heute in der ganzen Welt verwendeten Haustiere, Nutzpflanzen, Heilkräuter und Genußmittel, Gifte und Rauschgifte, die fallweise geeignetsten technische Materialien für Werkzeuge, Wohnungen, Bekleidung usw. aus einer Zeit stammen, die wir überhaupt nicht oder nur mit einem hohen Grad der Unsicherheit angeben können. Freilich ist dann offensichtlich, daß mit der Fortentwicklung der Kultur diese Erstentdeckungen und -erfindungen wesentlich verbessert und in ihrem Nutzwirk bedeutend gesteigert wurden. Man muß auf alle diese Dinge heute nachdrücklich hinweisen, weil die Meinung so weit verbreitet ist, daß der primitive Mensch nur ein sozusagen tierisches Leben führte und ausschließlich auf Instinkte angewiesen war, die denen bei anderen Lebewesen nur gradweise überlegen waren. Niemand kann heute sagen, wie lange diese Periode in der Geschichte der Wissenschaft gedauert hat.

Diesem ersten und ältesten Zeitabschnitt folgen die wissenschaftlichen Leistungen jener Völker, von denen wir bereits ausreichende Beweise über den

Stand ihrer Kultur besitzen, um die grundsätzlichen Veränderungen und Fortschritte aufzeigen zu können. Während in der Frühzeit dieser Kulturperiode das Sammeln von Beobachtungen und Erfahrungen überwiegt, merken wir im Anschluß daran, wie dieser Schatz des Wissens — der noch lang nicht Wissenschaft ist — geordnet und verglichen wird, wie eine gewisse Systematik Platz greift und bereits der Zug immer stärker hervortritt, Beobachtungen und Erfahrungen auch befriedigend zu erklären. Das charakteristische Merkmal ist aber noch immer die praktische Zielsetzung und eine mangelnde Einsicht in die Methode der Forschung, die allein die Disziplin des Denkens und der Arbeitsweise gewährleistet. In dieser Periode der Naturwissenschaft gibt es vor allem keinerlei Spezialisierung und das wirkliche Wissen liegt in den Händen weniger, die als Priester, Ärzte und Zauberer ihre Geheimnisse wahren und eine fast unbeschränkte Macht ausüben.

Im Zuge mehrerer Jahrhunderte ist ein naturwissenschaftliches Wissen und Denken aus dem vorderen Orient über die griechischen Kolonien in Asien schließlich zum griechischen Festland gelangt, und hat dort einen Höhepunkt erreicht, dessen Auswirkungen wir ja noch in unseren Tagen spüren. In der Geschichte der Naturwissenschaft wird immer wieder hervorgehoben, daß mit diesem Volk eine neue Denkweise einsetzt, die man oft als idealisti-

sches Denken bezeichnet hat und die auch bis in die Gegenwart vorherrschend geblieben ist. Das Hauptkennzeichen und der wahre Wendepunkt in der Entwicklung besteht nun darin, daß man Probleme des Alltags und des Strebens nach Erkenntnis losgelöst hat von ihren unmittelbaren praktischen Bedürfnissen und sie „philosophisch“ behandelte. Es gibt tatsächlich kaum ein Problem, das wir nicht in der Wissenschaft der alten Griechen behandelt finden und zwar mit einer geradezu unfaßbaren Gründlichkeit und einem einzigartigen Weitblick. Es ist das erste Weltbild, das frei von mystischen Vorstellungen aus wissenschaftlichen Überlegungen aufgebaut wird. Wir finden Lehren über die Entstehung des Lebens, Spekulationen über den Aufbau der Welt, über die Bedingungen der Ordnung im Kosmos und vieles andere, immer mit der Betonung, daß Erkenntnisse nicht nur aus der Erfahrung stammen, sondern daß der menschliche Geist auch befähigt ist, sich über jede Erfahrung hinaus zu erheben. Einen der kühnsten wissenschaftlichen Versuche zeigen uns die Atomistiker, die erstmalig einen klaren Begriff davon entwickelten, was man unter Stoff und Materie zu verstehen hat und wie die kleinsten Bausteine alles Stofflichen auch zur Grundlage aller Erscheinungen werden können, sogar des geistigen Lebens. Die Atomistik, die ja alle späteren Zeiten der Naturforschung bis zum heutigen Tage beherrscht, unternimmt den Versuch, mit eigenschafts-

losen, gleichartigen Bauelemente zu erklären, wie durch Lage und Bewegung und gegenseitige Kraftwirkungen die ganze Welt sich aufbaut, d. h. das Qualitative durch das Quantitative zu begreifen sei. Die Schulen der griechischen Mathematiker und Philosophen haben die Grundlage für die Naturwissenschaft der heutigen Prägung gelegt. Es sei nur an die Namen Pythagoras, Demokrit, Archimedes, Euklid usw. erinnert und vor allem an Aristoteles, über den das Urteil gefällt wurde, daß er durch ein Jahrtausend hindurch nur Schüler, aber keinen Nachfolger gehabt habe.

Das Weltbild der griechischen Wissenschaft war aber wesentlich auf das Beharrende, das Statische eingestellt; das Dynamische fehlte entweder ganz oder trat in den Hintergrund. Beobachten, Denken und Erklären beherrschten alles, doch fehlte noch die Wertschätzung des Experimentes, dessen wahre Bedeutung erst zu Beginn der Neuzeit wieder einen der Wendepunkte in der Entwicklung der Naturwissenschaften bringt. Es ist oft darauf hingewiesen worden, daß Technik und Philosophie, das Handwerkliche und das rein Geistige getrennt und weitgehend unabhängig von einander sich entwickelt haben, wobei aber der Philosophie ein ungehörliches Übergewicht zuerkannt wurde. Es war wesentlich griechische Wissenschaft, die nach der Zerstörung des Reiches von den Römern übernommen wurde, deren naturwissenschaftliche

Leistungen aber weit hinter jenen ihrer Vorgänger zurückstanden. Die wissenschaftsgeschichtlichen Verdienste der Römer liegen ja bekanntlich auf dem Gebiete des Rechtes, der Sprache, des Militärs und der angewandten Baukunst — Straßen, Wasserleitungen usw.

Mit der Zerstörung des weströmischen Reiches, mit dem Einsetzen der großen Völkerwanderungen, ebenso der Ausbreitung des Christentums sehen wir in der Entwicklungsgeschichte der Naturwissenschaft einen andern Wendepunkt in dem Sinne, das jede nachhaltende Fortbildung unterbleibt. Die politischen und wirtschaftlichen Erschütterungen wirkten sich bis ins Ende des Mittelalters aus. Es ist leicht, im Rückblick dieses Urteil zu fällen. Während des ganzen Mittelalters standen einzelne überragende Männer einer breiten Masse von Laien gegenüber. Mit einer Art Wiederentdeckung der griechischen Wissenschaft setzte sich die Ansicht durch, daß hier ein Gipfelpunkt erreicht worden war, der nicht mehr zu überbieten sei. Die Wissenschaft des Mittelalters ging wesentlich darauf aus, sich das Gedankengut der früheren Zeiten anzueignen, es gründlich kennen zu lernen und die Wissenschaft dazu zu benützen, um Verstand und Gemüt, Glaube und Wissen zu einer harmonischen Einheit zu verschmelzen. Das gläubige Mittelalter kennt keinen Zweifel und keine Kritik an den Grundlagen, die wie kirchliche Dogmen hingenommen werden.

Die ganze Denkweise war den Naturwissenschaften nicht wohlgesinnt, denn der Mensch und sein Seelenheil wurden in den Mittelpunkt gerückt, die Natur mit allen ihren Formen und Erscheinungen als etwas Nebensächliches betrachtet, das gar nicht wert ist, Gegenstand eigener Forschungen zu sein.

Trotz mancher kühner Vorstöße im Streben zu einer selbständigen Naturwissenschaft zu gelangen, mußten Arbeits- und Denkweise grundsätzlich geändert werden, um zu einer Naturwissenschaft im heutigen Sinne zu kommen. Dieser Schritt vom Mittelalter über die früheste Neuzeit ist der Schritt von der ehemaligen Vorherrschaft des Gedankens zur Anerkennung einwandfrei feststellbarer Tatsachen und Beobachtungen. Dem Denken fällt dann bloß die Aufgabe zu, Beobachtungen zu verarbeiten, zu vergleichen und zu ordnen, zu verknüpfen oder zu trennen, um auf diese Weise zu neuen Erkenntnissen zu gelangen. In Wirklichkeit sind es eigentlich recht unscheinbare, jedoch entscheidende Änderungen der geistigen Einstellung, die jenen Wendepunkt brachten, der vor mehr als einem Jahrtausend mit dem Namen Aristoteles verknüpft war.

Die Führung übernimmt nun jene Gruppe von Naturforschern, die sich nach den Leitsätzen eines Galilei richtete. Vor allem sieht man an den klassischen Schriften in dieser Epoche, daß man nicht mehr im blinden Autoritätsglauben kritiklos noch so

geistvoll durchdachte Systeme hinnahm. Man begann sich in dieser Zeit der Wende der Naturwissenschaft über Erscheinungen zu wundern, die jeder aus dem Alltagsleben kennt und die ihm selbstverständlich erscheinen, z. B. das Fallen eines Steines, das tägliche Sonnenlicht oder Veränderungen der Naturstoffe im Feuer oder nach Einwirkung anders gearteter Stoffe. Man änderte aber auch die Fragestellung. Man fragte bei Naturerscheinungen oder Naturformen, seien es solche in Belebten oder Unbelebten, nicht mehr zu welchem Zwecke dies oder jenes geschieht, warum sie eigentlich da sind und welches ihre Aufgabe sei. Man wurde viel bescheidener und richtete das letzte Interesse auf die Frage: was geschieht eigentlich und wie geschieht es. Zwangsläufig wird damit die Beobachtung und zwar sowohl die abwartende als auch die als Experiment willkürlich beeinflusste in den Vordergrund gerückt. Man strebt jetzt danach, auf einer rein naturwissenschaftlichen Basis allgemein giltige Gesetze zu gewinnen und diese so abzugrenzen, daß sie immer mehr Erscheinungen umfassen. Man denke nur daran, daß ein Kepler die Gesetze des freien Falls auf die Bewegungen der Himmelskörper erweiterte und schließlich Newton alle diese gesetzmäßig verlaufenden Erscheinungen mit dem Begriff Gravitation der allgemeinen Massenanziehung zuordnen konnte. Man kommt auch bald darauf, daß rein abwartende Beobachtungen und Wahrnehmungen

gen der menschlichen Sinne nicht immer zuverlässig genug sein müssen. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn mit diesen Gedanken und diesem Streben zwangsläufig die Erfindung neuer Instrumente verbunden war. Mikroskop und Fernrohr sind Musterbeispiele dafür, Uhr, Waage, Thermometer werden von nun ab zu wahrhaft wissenschaftlichen unentbehrlichen Hilfsmitteln, obwohl z. B. die Waage längst im Alltag bekannt und verwendet war. Zusammenfassend kann man sagen, daß man bewußt danach strebte, Unterschiede, die zunächst bestimmt qualitativ verschieden sind, auch quantitativ zu erfassen, d. h. die Forderung Galileis anzuwenden, zu messen, zu zählen und zu wägen, was meßbar, zählbar und wägbare ist.

Darüber hinaus aber tauchte schon in verschiedenen Gebieten der Gedanke auf, auch das scheinbar Unmeßbare meßbar zu machen. Was die Erfüllung dieser kühnen Idee an Erfolgen brachte, zeigt uns tausendfältig die Physik, die Chemie und die Astronomie, aber ebenso einprägsam die Biologie im Ausbau der Erbforschung und fast aller Gebiete der Physiologie, gleichgiltig ob Pflanze oder Tier oder Mensch als Versuchsobjekt behandelt werden. Diese Wendepunkte in der Entwicklung der Naturwissenschaften haben zu Erfolgen geführt, die ihr einen geradezu stürmischen Fortschritt sicherten, dessen Zeugen wir ja noch heute sind. Diese Entwicklung von „Systemen“ weg zur Beobachtung hat begreif-

licherweise zunächst unter Naturforschern das philosophische Denken zwar nicht ausschalten können, aber doch stark zurückgedrängt, trotzdem Naturwissenschaft und Philosophie immer dauernd aufs Engste sinngemäß verbunden sind. Selbst Auswüchse immer wieder auftauchender naturphilosophischer Systeme und rein spekulativer Erklärungsversuche haben diese Zusammengehörigkeit nicht erschüttern können. Wissenschaftsgeschichtlich betrachtet kann man mit guten Gründen behaupten, daß die Sucht nach einer wohlabgerundeten Theorie die ergiebigste Quelle menschlicher Irrtümer geworden ist.

Mit diesen wenigen Überlegungen ist aber nur eine Seite in der Frage nach Wendepunkten der Naturwissenschaft berücksichtigt. Es ist nicht minder spannend für einen Historiker, den Anteil der verschiedenen Völker zu verfolgen und ihre Großtaten in verschiedenen Gebieten der Wissenschaft. Die politischen und wirtschaftlichen Einflüsse und Veränderungen haben ja ganze Kulturen ausgelöscht oder entscheidend mitbestimmt. Man denke nur an die Bedeutung der Araber, d. h. der verschiedenen Völkerstämme, die wesentlich durch den Islam geeinigt und verbunden waren, im Gegensatz zu jenen Völkern und Staaten, die dem Christentum folgten. Innerhalb der abendländischen Naturwissenschaft ist es nicht minder auffallend, daß in der Neuzeit von bestimmten Völkern einzelne Wissensgebiete bevorzugt gepflegt wurden und das diese dann zu

Lehrmeistern aller anderen wurden. Man denke nur an die Entwicklung der Physik in Italien, Frankreich und England zu einer Zeit, als in benachbarten Ländern die Naturwissenschaft noch lange nicht jene Achtung und Pflege genoß, die ihr gebührte.

Auffallende Wendepunkte ergeben sich auch dann im Ausbau der Naturwissenschaften, wenn man das Werden und die Vervollkommnung jener Arbeitsmethoden berücksichtigt, die mit zum wissenschaftlichen Betrieb gehören. Als Musterbeispiel nehme man die ersten, geradezu elementaren Versuche zur Herstellung eines Vakuums, d. h. luftleeren Raumes, den man vorher auf Grund philosophischer Erwägungen als praktisch unmöglich ansah. Von den einfachsten Beobachtungen ausgehend über die Entwicklung der Luftpumpen gelangte man schließlich zu immer höheren Vakua und dann sogar zu jenen Graden der Luftverdünnung, wie sie Geißler'sche Röhren zeigen, die zu grundlegenden neuen Beobachtungen über elektrische Erscheinungen bis zur Entdeckung neuartiger Strahlen und Strahlungseffekte führten. Ähnlich liegt der Fall im methodischen Ausbau einfacher Versuche über statische und strömende Elektrizität, die es gestatteten, sich von elementaren Naturerscheinungen unabhängig zu machen. Unsere moderne Elektrotechnik fußt ja letzten Endes auf solchen, heute geradezu primitiv scheinenden Methoden. Als drittes Beispiel sei der Wendepunkt in der chemischen Analyse genannt,

der von der pyrotechnischen Methode, d. h. der Verbrennung und Veraschung durch unmittelbare Feuereinwirkung schließlich dazu führte, Analysen viel sicherer auf „nassem Wege“ auszuführen.

Geradezu erstaunlich ist in der wissenschaftsgeschichtlichen Betrachtung die Tatsache, daß sozusagen fruchtbare und unfruchtbare Perioden in weiten Zeiträumen abwechseln, daß aber dabei die verschiedenen Gebiete in verschiedenem Ausmaß Nutzen ziehen. So sehen wir, wie Astronomie, Physik und Mathematik schon Höhepunkte erreicht hatten, als z. B. die Chemie und die Biologie noch weit zurückstanden. Aber auch innerhalb eines einzelnen Wissenschaftsgebietes liegen die maßgebenden Wendepunkte nicht in allen führenden Fragen zu gleicher Zeit. Der Mechanik z. B. folgte das besondere Interesse für Probleme der Wärmelehre und sehr spät erst wendete man sich dem Studium des Lichtes und Elektrizität zu. In der Biologie mußte erst eine Anatomie geschaffen sein, ehe eine Physiologie möglich war und es ist leicht einzusehen, daß im Hinblick auf die Besonderheiten des Versuchsobjektes die Biologie erst in den letzten Jahrzehnten mit durchschlagendem Erfolg von der qualitativen zur quantitativen Betrachtung vordringen konnte. Die moderne Naturwissenschaft hat wohl die stärksten Impulse ihres Ausbaues durch die Energetik erfahren, die einer der Grundpfeiler jedes naturwissenschaftlichen Weltbildes geworden ist.

In jedem Gebiet der Naturwissenschaft sehen wir also, daß keineswegs eine geradlinige Entwicklung erfolgt ist, sondern der ganze Verlauf nach Art einer Wellen- oder Schraubenlinie gekennzeichnet werden muß. Perioden des scheinbaren Stillstandes werden gefolgt von Perioden einer geradezu stürmischen Fortentwicklung und wenn irgendeine Tatsache das Wesen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweise charakterisieren soll, dann ist es wohl die Erscheinung, daß die Naturwissenschaften auch den größten Tiefstand überdauern konnten, wenn man nur entsprechende Zeiträume zum Vergleich heranzieht.