

SIMUEL SAMBURSKY

5722

NATUR UND GEIST:

SAMBURSKY, S.

STUFEN DER ENTREMDUNG

1977

1

Wenn man die Naturvorstellungen der griechischen Antike während der 1100 Jahre von Thales bis zu den späten Neuplatonikern aus der Vogelschau betrachtet, so kann man nicht umhin, zu folgendem Schluß zu kommen: Es war die platonische Doktrin einer besetzten Welt, eines lebendigen, in der Idee des Guten ripfelnden Organismus, die zusammen mit der aristotelischen Konzeption eines zweckhaften, nach einem Plan wirkenden Naturgeschehens zu jener Naturlehre führte, welche tiefer und nachhaltiger als alle anderen das antike Denken und die späteren Generationen bis in die Neuzeit hin beeinflußt hat. Trotz der Verschiedenheit der Philosophien Platons und Aristoteles beherrsche in der späteren Antike dieses kombinierte platonisch-aristotelische Weltbild die Naturauffassung der Alten, und es war im wesentlichen der schärfste Gegensatz zu dieser Auffassung, der den Ausgangspunkt der modernen Naturwissenschaft von Descartes an bildete.

Es gab, wie bekannt, bedeutsame Ansätze zu einer rein mechanistischen Naturbetrachtung in der vorplatonischen Zeit, im 6. und 5. Jahrhundert v. Chr. Ich erwähne vor allem die drei milesischen Naturphilosophen und ihre materiellen Prinzipien, dann Empedokles mit seiner Lehre von den vier Elementen und den sich das Gleichgewicht haltenden anziehenden und abstoßenden Kräften, ferner Anaxagoras, der die Sterne als glühende Steine ansah, deren Umkreisung der Erde durch mechanische Schwungkkräfte bewirkt wird, und die Atomisten, deren kos-

mologische Doktrin auf der Vorstellung von den ewigen Bewegungen und Zusammenstößen der Atome im leeren Raum beruhte, und die in der hellenistischen Zeit in Epikur einen Nachfolger fanden.

Die Pythagoreer im 5. Jahrhundert v. Chr., deren Einfluß auf Platon bekannt ist, nahmen insofern eine Sonderstellung ein, als sie eine wissenschaftliche Methodik in Mathematik und Astronomie mit einer esoterischen Lehre verbanden, einer Religion der Zahl, dem mystischen Glauben an eine universelle Harmonie, die zugleich Kosmos und Mensch umfaßt. Das stoische Weltbild, das im Zeitalter des Hellenismus vorherrschte, vereinigte den Glauben an eine göttliche Vorsehung mit einem strengen Determinismus, der sehr wohl als eine Vorwegnahme moderner Entwicklungen angesehen werden könnte; jedoch blieb diese Vorwegnahme nur eine rein qualitative, denn es mangelte ihr an mathematischen Ansätzen oder quantitativen Formulierungen. Die Lehre der Stoiker wurde schließlich durch den großen Aufschwung des Platonismus vom dritten nachchristlichen Jahrhundert an in den Hintergrund gedrängt. Dieser Aufschwung war von der Idee einer Stufenfolge der Realitäten getragen, die von der tiefsten der materiellen Welt über die der Seele und des Intellekts bis zur höchsten des Einen führt, das zugleich das abstrakte Gute verkörpert. Diese erweiterten und ausgebauten platonischen Vorstellungen wurden durch die synkretistischen Tendenzen der Spätantike mit der Begriffswelt des Aristoteles verschmolzen, in der das Streben nach Vollkommenheit und nach einer Aktualisierung von Potentialitäten eine wesentliche Rolle spielte.

Diesem sehr summarischen Überblick, der begründen sollte, warum ich die platonisch-aristotelische Auffassung von der Natur als die „antike“ Auffassung schlechthin bezeichne, möchte ich eine vergleichende Studie folgen lassen, in der die Einheit von Natur und Geist in der Antike mit der Entzweiung dieser beiden Wesenheiten in der modernen Zeit kontrastiert wird und die positiven und negativen Konsequenzen dieser unvermeidlichen Entfremdung in Kürze dargestellt werden.

Platons Naturphilosophie ist im *Timaios*, dem kosmologischen Dialog seiner Alterszeit, ausführlich dargestellt; aber schon in einem seiner Frühdialoge, dem *Phaidon*¹, ist seine Grundhaltung klar zu erkennen. Hier läßt er den im Gefängnis sitzenden Sokrates seine tiefe Enttäuschung über das ihm empfohlene naturwissenschaftliche Werk des Anaxagoras aussprechen. Anaxagoras habe zwar den von der Materie unabhängigen Geist eingeführt, der den Anstoß zur geordneten Bewegung der materiellen Körper, vor allem ihrer Kreisbewegungen, gegeben hat. Im weiteren Verlauf seiner Ausführungen aber sei er zu einer mechanischen Erklärungsweise der kosmischen Vorgänge übergegangen und habe somit die Mechanik und nicht den Geist zur wesentlichen Ursache des Geschehens gemacht. Sokrates demonstriert das Unzulängliche dieser Darstellung, die Anaxagoras von den Naturvorgängen gibt, an einem drastischen Beispiel. Es sei genauso, wie wenn jemand die Ursache seines Sitzens im Gefängnis mit der Mechanik des Gehens, der Anspannung seiner Beinmuskeln, dem Beugen der Beine und ähnlichen sichtbaren Vorgängen erkläre, welche mit der Fortbewegung eines Menschen zusammenhängen. Diese mitwirkenden mechanischen Ursachen seien jedoch unwesentlich und völlig belanglos, gemessen an den wahren Ursachen, die den gegenwärtigen Zustand von Sokrates herbeigeführt haben, nämlich dem geistigen Hintergrund all dieser Vorgänge – seiner Verurteilung durch die Athener und seines Entschlusses, im Gefängnis zu bleiben und die Vollstreckung des Urteils zu erwarten. Eine mechanische Erklärung ist völlig ungenügend, wenn nicht die Hauptursachen aufgedeckt werden, die geistiger Natur sind und denen ein zweckhafter Charakter eignet, der nur in einer Welt sinnvoll wird, in der Wertmaßstäbe eine unbedingte Geltung haben.

Eine solche Welt ist unser Kosmos, dessen Wesen und Wirken in Platons *Timaios* allegorisch dargestellt wird. Der *Timaios* ist keine Schöpfungsgeschichte, wie etwa die biblische im ersten

¹ Platon, *Phaidon* 97–99.

Kapitel von *Genesis*, vielmehr beschreibt Platon das Weltgeschehen in einem Mythos, dessen zentrale Figur der Demiurg ist, der kosmische Konstrukteur, der in die vorhandene ungeordnete Materie, soweit es in seiner Macht steht, Ordnung hineinbringen will. Der Demiurg war gut, so heißt es im *Timaios*², und daher strebte er danach, daß alle Dinge ihm ähnlich werden; soweit wie möglich sollen sie gut und vollkommen sein, und da Ordnung besser ist als Unordnung, so war es das Ziel des Demiurgen, die Welt derart einzurichten, daß ihre chaotischen, ungeordneten Bewegungen auf einen geordneten Zustand hin zustreben. Die notwendige Bedingung für jede ordnende, zum Guten führende Aktivität ist aber Vernunft, und nur beseelte Wesen können vernünftig sein. Daher setzte der Demiurg in den Weltkörper eine mit Vernunft begabte Seele, und indem er diese Weltseele schuf, machte er das Universum zu einem lebendigen, vernunftbegabten Wesen, an dessen Seele alle in ihm vorhandenen lebenden Organismen teilhaben. Platon macht es auch klar, daß ohne die Existenz der Weltseele das Vorhandensein von Bewegung in der Welt nicht denkbar sei; die Seele hat Vorrang vor dem Körper, denn sie ist die Quelle jeder Bewegung, ja sie kann geradezu als Bewegung definiert werden, die sich selbst zu bewegen vermag, wie es Platon in seinem letzten großen Werk, den *Gesetzen*³, formuliert. „Die Seele ist nichts anderes als der erste Anstoß des Werdens und der Bewegung alles dessen, was ist und was gewesen ist und was sein wird“, heißt es dort weiter. Platon betont ferner – und das ist von wesentlicher Bedeutung für unser Thema –, daß in diesem Kontext „Bewegung“ im allgemeinsten, weitesten Sinne zu verstehen sei. Die Weltseele, wie die Teilseele des Menschen, ist Ursache sowohl seelischer wie physischer Bewegungen im Universum, denn ihre eigenen Bewegungen implizieren ja jede Form von rationaler, aber auch emotionaler Regung, „Wille, Überlegung, Sorge, Erwägung richtiger oder irriger Meinung, Freude und Traurigkeit, Vertrauen,

² Platon, *Timaios* 29E ff.

³ Platon, *Gesetze* 896A.

Angst, Haß oder Liebe und alle anderen Bewegungen, die diesen verwandt sind“.⁴

Hier ist es also deutlich ausgesprochen, daß Vernunft, die allein das Gute, Reguläre, Geordnete hervorbringen kann, zwar ohne Seele nicht denkbar ist, daß aber die Weltseele auch irrationale Elemente enthält, ja, daß man ihr, wie Proklos in seinem *Timaios*-Kommentar es tut, eine Mittelstellung zwischen Vernunft und Irrationalität zuschreiben muß⁵, von der noch einiges weiterhin gesagt werden wird. Andererseits läßt Platon keinen Zweifel daran aufkommen, daß es die Bewegungen der Weltseele sind, welche die primäre Ursache aller Veränderungen im Universum sind, während die materiellen Bewegungen nur von dieser primären Ursache abgeleitet und somit sekundärer Natur sind. Dazu gehört also alles, was mit Wachstum und Abnahme, Abkühlung und Erwärmung und allen anderen physikalischen Vorgängen verbunden ist. Diese sekundären, „mitwirkenden“ Ursachen würden aber fälschlich von den meisten Menschen als die einzigen Ursachen des Geschehens angesehen, während sie doch, im Gegensatz zur Seele, jeder Planung oder Zielsetzung oder jedes vernünftigen Handelns unfähig seien.⁶ Platon drückt sich weiterhin noch klarer aus, wenn er im Auge hat, wenn er von den Vertretern dieser falschen Ansicht spricht. Er polemisiert ganz offen gegen diejenigen, die behaupten, „Feuer und Wasser, Erde und Luft seien die ersten Prinzipien und Elemente der Welt“⁷, und die im gleichen Atem erklären, sie hätten ihren Ursprung „in der Natur und im Zufall“, und daß Erde, Sonne, Mond und Sterne aus diesen völlig seelenlosen Gegebenheiten entstanden seien und durch die Kraft, die einem jeden durch Zufall innewohnt, in Bewegung gesetzt würden.⁸ Platons Polemik richtet sich nicht nur gegen die milesischen Naturphilosophen, sondern wohl auch gegen die Atomisten. Seine

⁴ A.a.O., 896E.

⁵ Proklos, *In Tim.* I 251, 9–12.

⁶ Platon, *Timaios* 46C–D.

⁷ A.a.O., 48B.

⁸ Platon, *Gesetze* 889B.

Bemerkung, die ersten Elemente dürfe man nicht einmal so gering einschätzen wie Buchstaben (siehe Fußnote 7), scheint auf Demokrit zu zielen, der die Zusammensetzung der Körper aus Atomen mit der der Worte aus Buchstaben verglich, und auf seinen von Aristoteles zitierten Ausspruch: „Die Tragödie und die Komödie entstehen aus den gleichen Buchstaben.“⁹

Man kann Platons Demiurgen auch als Symbol des strukturierten Elements im kosmischen Sein auffassen. Den irrationalen Anteil der Seele, die der Demiurg in die Welt hineingesetzt hat, nennt Platon kurz *Ananke*. Dieses Wort bezeichnet gewöhnlich die Notwendigkeit der Naturvorgänge im Gegensatz zu einem planlosen und grundlosen Geschehen. Bei Platon jedoch bedeutet *Ananke* in diesem Kontext nicht Notwendigkeit im Sinne eines Kausalzusammenhangs, sondern eher das Gegenteil davon, also etwa die brutalen Tatsachen, die nicht mit der Vernunft erklärbar sind. Dies ist der Sinn des berühmten und oft zitierten Satzes im *Timaios*: „Denn die Entstehung dieser Weltordnung beruht auf einer Mischung, die sich aus der Vereinigung von *Ananke* und Vernunft ergab. Indessen regierte die Vernunft über die *Ananke*, indem sie sie dazu überreden konnte, das meiste von dem Entstehenden zum Besten zu führen; aus diesem Grunde also, und weil *Ananke* sich der vernünftigen Überredung unterwarf, kam dieses All von Anfang an so zustande.“¹⁰

Wenn man daran denkt, daß die Entstehung dieser Weltordnung das Werk des Demiurgen ist, so sieht man, daß dieses wichtige Zitat uns wesentliche Aufschlüsse über die Natur dieser mythischen Figur liefert. Der Demiurg weist keinerlei Verwandtschaft mit dem allmächtigen Gott der Bibel auf, der die Welt aus dem Nichts erschuf. Man muß ihn vielmehr mit einem Baumeister oder Künstler vergleichen, der nach einem idealen Vorbild oder Plan ein Gebilde konstruieren will, dem so viel Ordnung und Symmetrie eignet, wie es das Irreguläre, schwer zu Handhabende,

⁹ Aristoteles, *De gener. et corr.*, 315 b 14.

¹⁰ Platon, *Timaios* 48 A.

Unberechenbare des Materials zuläßt, mit dem er zu arbeiten hat. Der Demiurg, der das vernünftige, zielbewußte, methodische Wirken verkörpert, ringt mit den blinden Kräften, die dem irrationalen Anteil der Weltseele entspringen, welche das materielle Geschehen bestimmt. Dieses Ringen kann nur positive Resultate zeitigen, wenn der Demiurg „vernünftige Überredung“, also intelligente Methodik, anwendet und nicht blinde Kraft gegen blinde Kraft setzt. Aber auch in diesem günstigen Falle gelingt es nicht, das kosmische Werden vollständig zu rationalisieren, wie Platon ausdrücklich hervorhebt, sondern es bleibt immer ein unbestimmbarer, nicht vorhersagbarer, durch Willkür gekennzeichneter Anteil, der nicht durch rationale Analyse allein zu erklären ist. Ein englischer Platon-Kommentator des vorigen Jahrhunderts hat diese *Ananke* geradezu mit der Willensfreiheit gleichgesetzt¹¹, die das menschliche Handeln charakterisiert, das im letzten Grunde spontan und niemals restlos vorausbestimmbar ist. Man kann sie sehr wohl als Antithese zur Naturnotwendigkeit ansehen, die im Prinzip determinierbar ist und rational erklärt werden kann.

Der Vergleich der *Ananke* mit der Willensfreiheit ist aus dem Grund so lehrreich, weil er, in der Perspektive unserer Zeit, den aus Vernunft und *Ananke* gemischten platonischen Kosmos als das Objekt zweier, heute nach Inhalt und Methodik streng voneinander geschiedener Wissenschaftszweige hervorhebt, der Naturwissenschaft und der Geisteswissenschaft. Platons Weltbild eignet eine Einheit von Natur und Geist, es enthält zugleich physikalische Gegebenheiten, die unsere Zeit durch die Methodologie der exakten Wissenschaften zu erfassen erstrebt, und alle jene Gegebenheiten, deren Verstehen diejenigen Disziplinen sich zur Aufgabe machen, in deren Mittelpunkt der unberechenbare Mensch steht, sein Schaffen, seine Ideen, sein Wollen und seine Geschichte.

Während der platonische Demiurg das Gute erstrebt, das Platon mit dem Rationalen identifiziert, und dies Ziel wegen der Beschaf-

¹¹ G. Grote, *Plato* (London 1865), Vol. III, p. 249.

fenheit der Weltseele nur unvollkommen erreicht werden kann, stellt Aristoteles das Streben nach Vollkommenheit in den Mittelpunkt seiner Naturphilosophie. Dieses Streben kann von zwei verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet und erklärt werden. Einmal – und das ist der Kern von Aristoteles' Teleologie – ist im Wirken der Natur eine ganz bestimmte Zweckgerichtetheit zu erkennen; die Dinge geschehen ihrer Natur nach um eines Zweckes willen, nach einem zielgerichteten Plan, und in dieser Hinsicht imitiert das planmäßige Schaffen von Kunst und Technik das zweckhafte Vorgehen der Natur, in der von Zufälligem und Ungeordnetem nichts zu sehen ist. Andererseits kann man dieses Hinzielen auf einen vollkommenen Zustand mit den von Aristoteles geprägten Begriffen der Potentialität und Aktualität deuten, die ebenfalls auf die Gesamtnatur, die anorganische wie die organische, angewandt werden können. Aristoteles lehnte sowohl Platons Lehre von den Ideen, den reinen Formen der intelligiblen Welt ab, als auch seine Vorstellung vom Wesen der Seele und insbesondere seine Doktrin der Weltseele. Demgegenüber definierte er die Substanz, die das Substrat der physikalischen Welt darstellt, als zusammengesetzt aus Materie und Form. Materie ist reine Potentialität, Form – reine Aktualität; jedoch betont Aristoteles, daß wir erfahrungsgemäß nur geformte Materie kennen, während reine, nicht an Materie gebundene Form außerhalb des Bereichs der Physik steht. Reine Aktualität ist letzten Endes Gott selber, der ewiges Sein ist und, selbst unbewegt, das Prinzip der Bewegung darstellt. Im Gegensatz zu Platon sieht Aristoteles die Seele als die Form organischer Materie an, sie ist die Aktualität von Körpern, die Organe besitzen, denen eine zweckhafte, zielgerichtete Tätigkeit als organisierendes Prinzip eignet, und die eine kontinuierliche Stufenleiter von den niederen Pflanzen bis zu der Tierwelt und dem Menschen bilden.

So gelangt man mittels der Kategorien der Potentialität und Aktualität ebenfalls zum zentralen Gedanken von Aristoteles' Naturphilosophie – der Natur als dem Inbegriff des Strebens nach Aktualität, nach Vollkommenheit. Hierbei äußert sich das Streben

in der organischen Welt als eine Stufenleiter: Bei den Pflanzen ist es auf das Ziel der Ernährung und Fortpflanzung gerichtet, während bei den Tieren die empfindende und bewegende Seele hinzukommt und der Mensch als Krönung der Schöpfung auch noch eine erkennende Seele besitzt. Aber auch der untersten Stufe der leblosen Körper, die aus den vier Elementen zusammengesetzt sind, wohnt das Streben nach Vollkommenheit inne und verwirklicht sich in der Form einer äußeren Bewegung. Denn im Kosmos als einem geordneten Ganzen hat jeder Körper seinen natürlichen Ort, die schweren unten, d.h. um den Mittelpunkt der Erde herum, die leichten oben, an der Grenze der sublunaren Region. Körper, die sich nicht an ihrem natürlichen Ort befinden, streben nach voller Aktualisierung ihres Wesens und kommen erst dann in den Ruhezustand, wenn sie die ihnen zukommende Aktualisierung erreicht haben. Dadurch wird also z.B. die Fallbewegung schwerer Körper in der aristotelischen Physik erklärt.

Aus diesem Blickpunkt gesehen, setzt Aristoteles die platonische Tradition der Einheit von Natur und Geist im Rahmen seiner eigenen Philosophie fort. In der Hierarchie der Ursachen nimmt die materielle, die bewirkende, ja selbst die formale Ursache (die also zahlenmäßige Beziehungen bestimmt) einen niederen Rang ein, und die wahre Ursache, die alle diese niederen einschließt, ist die finale; es ist die höchste Ursache des Zwecks oder Ziels. Es ist dieselbe Ursache, die auch uns Menschen zum Handeln antreibt, das Begehren, das in seiner höchsten Form das Streben nach dem sittlich Guten verkörpert.

Dem großen Positivismus des antiken Weltbildes, seiner Einheit von Natur und Geist, haftet ein wesentlicher Mangel an, der sozusagen „Le défaut de sa vertu“ ist. Die Vorstellung vom Kosmos als einem lebendigen, organischen Wesen, das im stoischen Pantheismus mit Gott selbst identifiziert wurde, übte bei den alten Griechen einen hemmenden Einfluß auf die Naturerkenntnis aus. Die Form, in der sie die Natur befragten, war im wesentlichen die der Beobachtung, aber nur in sehr beschränktem Maße die des systematischen Experimentierens. Mir scheint es,

daß diese Tatsache mit der Annahme erklärt werden kann, daß systematische Experimente der griechischen Naturauffassung zuwiderliefen, weil sie gewaltsame Eingriffe in den natürlichen Gang der Dinge sind, Zerstückelungen, die an lebenden Organismus der Natur vorgenommen werden. Selbstverständlich haben Aristoteles und die antiken Biologen überhaupt tote Tiere sezert und auch Vivisektionen ausgeführt und aus eigener Erfahrung gewußt, wie fruchtbar und lehrreich diese Art der Befragung der Natur ist. Die experimentelle Erforschung des lebendigen Naturganzen jedoch wurde als eine unnatürliche, die normalen Naturvorgänge verzerrende und enststellende Prozedur angesehen.

Diesen psychologischen Hemmungen zum Trotz wurde auch in der Antike experimentiert, aber das Experiment im modernen Sinn spielte bei den Griechen innerhalb ihrer umfangreichen wissenschaftlichen Betätigung doch nur eine unbedeutende Rolle. Am meisten entwickelt war es bei den Biologen, von der vorsokratischen Periode an bis Galen, wobei man den engen Zusammenhang von biologischer und medizinischer Forschung nicht vergessen soll. Im physikalischen Denken jedoch war systematisches Experimentieren nur sehr schwach vertreten. Die Pythagoreer stellten ihre berühmten akustischen Versuche an, über die Platon lächelte, weil für ihn die wahre Realität in der unbeobachtbaren Welt der Ideen bestand; im hellenistischen Zeitalter sind vor allem Archimedes' Experimente, die zur Definition des spezifischen Gewichts führten, und Ptolemaios' Versuche über die Gesetze der Lichtbrechung zu nennen. Mechanische Experimente hingegen waren so gut wie unbekannt, denn gerade in der Mechanik ist die Isolierung eines Vorganges von allen sein Verständnis störenden Begleitumständen von großer Bedeutung, also z. B. die Ausschaltung oder Verminderung der Reibung und des Luftwiderstandes bei Bewegungen. Dieses säuberliche Herauspräparieren einer physikalischen Erscheinung in ihrer Reinheit, wie die des freien Falls, leitete in der Neuzeit die Entwicklung der modernen Physik ein, und gerade sozusagen unnatürliche Prozeduren dieser Art wurden von den Alten verworfen. Das Naturgeschehen, wie es sich ohne

künstliches Hinzutun oder Eingreifen vollzieht, enthielt für sie alle Antworten auf ihre Fragen, denn nur aktuelle, natürliche Vorgänge waren in ihrer Naturauffassung einbegriffen, nicht aber die viel umfassendere Klasse aller potentiell möglichen, vom Experimentator konstruierten, wiederholbaren Vorgänge, von denen sich die Umrisse eines Naturgesetzes erkennen lassen. Daher ist es verständlich, daß die auf dem modernen Begriff des Naturgesetzes basierende Naturauffassung in der Antike noch nicht entwickelt war.

Die griechische Naturwissenschaft war daher hauptsächlich auf Theorien, auf fruchtbares spekulatives Denken und auf Beobachtung beschränkt, vor allem auf die Beobachtung von Vorgängen, bei deren Wiederholung die Natur selber sorgte, wie die periodischen Sternbewegungen. Aus diesem Grunde war die griechische Astronomie so erfolgreich und von solcher Bedeutung, wobei sie durch eine ingeniose Anwendung geometrischer Methoden weitgehend gestützt wurde. Auf einem ganz anderen Gebiet der Physik, nämlich in der Theorie der Materie, wurde die Geometrie von Platon zur Erklärung des Verhaltens und der Wechselwirkung der vier Elemente herangezogen.¹² Er ordnete jedem dieser Elemente einen der vollkommenen Körper zu, wobei er sich wohl von Symmetrieeigenschaften leiten ließ, die seit den Pythagoreern und bis heute in der Naturbetrachtung eine große Rolle spielen. Zweifellos hat Platon mit seiner geometrischen Atomtheorie und seinem Versuch, physikalische Erscheinungen mathematisch und deuten, zeigen wollen, daß der rationale, berechenbare Teil der Natur in die Sprache der Mathematik übertragen werden kann.¹³ Auch Aristoteles hat gelegentlich mathematische Überlegungen in seinen physikalischen Schriften angestellt. Sie führten jedoch nicht weit, weil sie von seiner zentralen Auffassung von der Zielstrebigkeit der Natur überschattet wurden und diese teleologische Naturphilosophie gerade in der Physik falsche oder unklare Ergebnisse

¹² Platon, *Timaios* 33 C-37 D.

¹³ Siehe hierzu meine Ausführungen in *Ermos* 33-1966, S. 316-319.

zeitigte. Dies kann an einem lehrreichen Beispiel, dem Problem der Fallbewegung und seiner Behandlung durch Aristoteles und in der späteren Antike, nachgewiesen werden.

Aristoteles deutete die Schwere eines Körpers als den Ausdruck seines Strebens nach seinem natürlichen Ort, also dem Mittelpunkt der Erde. Daraus zog er die der Erfahrung widersprechende Folgerung, daß die Fallgeschwindigkeit der Körper proportional zu ihrer Schwere sei, denn das Streben nach dem natürlichen Ort müsse ja mit der Massivität eines Körpers wachsen. Da ferner schon im Altertum bekannt war, daß die Fallbewegung eine beschleunigte ist, daß also Körper um so schneller fallen, je mehr sie sich dem Erdboden nähern, schloß Aristoteles, daß die Schwere eines Körpers mit seiner Annäherung an den natürlichen Ort wachse. Spätantike Kommentatoren haben sich in diesem Zusammenhang auf Aristoteles' Kategorien der Potentialität und Aktualität berufen. Je mehr der Körper sich seinem natürlichen Ort nähere, sagte einer ganz im Geiste von Aristoteles, um so reiner und vollkommener würde seine Form der Schwere, die erst an diesem Ort zu jener völligen Aktualisierung gelange, nach der er strebe.¹⁴

Genau zum gegenteiligen Schluß sind schon früher die beiden großen Astronomen der Antike gekommen: Hipparch (2. Jahrhundert v. Chr.) und Ptolemaios (2. Jahrhundert n. Chr.).¹⁵ Beide behaupteten mit überzeugender Logik, daß ein Körper an seinem natürlichen Ort völlig schwerelos sein müsse, da ja Schwere ein Ausdruck des Strebens nach diesem Ort sei. Schwere Körper müßten also während ihres Falls stetig an Gewicht verlieren, je näher sie dem Erdmittelpunkt kommen. „Wenn der natürliche Zug nach unten ein Streben nach dem natürlichen Ort ist, so sollten Gegenstände, die sich dort befinden, nicht mehr streben oder dorthin ziehen, wo sie schon sind, wie ja auch der Gesättigte nicht nach Nahrung begehrt“¹⁶, heißt es weiter ausdrücklich. Da

¹⁴ Alexander von Aphrodisias, bei Simplicios, *De caelo* 266, 29f.

¹⁵ Vgl. Simplicios, a.a.O., 265, 9 und 710, 14.

¹⁶ A.a.O., 711, 7.

die Antike noch keine Federwaagen kannte, die eventuell ein Anwachsen oder Abnehmen des Gewichts mit der Höhe hätten anzeigen können, so schlug Simplicios im 6. Jahrhundert unserer Zeitrechnung einen Versuch vor, der für oder gegen Aristoteles entscheiden sollte: „Ich halte es für wünschenswert zu untersuchen, wie die von allen zugegebene Beschleunigung der Körper bei ihrer Annäherung an den natürlichen Ort zu erklären ist. Tritt ein Zuwachs an Schwere [...] ein, so wird daraus folgen, daß ein Gegenstand, den man in der Luft gewogen hat, wobei der Wiegende sich von einem hohen Turm oder einem Baum oder einer Klippe hinüberlehnt, schwerer gefunden wird, wenn man ihn auf der Erde wiegt. Diese Annahme scheint falsch zu sein, außer wenn man behauptet, der Unterschied zwischen beiden Fällen sei unmerklich.“¹⁷

Das Ergebnis dieser ganzen Auseinandersetzung ist also ein *non liquet*, an dem man erkennen kann, daß die aristotelische Teleologie selbst ein so relativ einfaches Phänomen wie die Fallbewegung nicht eindeutig zu erklären vermag. Erst zweitausend Jahre später hat die Physik von Galilei und Newton uns Aufschlüsse über das ganze Problem geben können.

Ich möchte aber nach der Analyse dieses speziellen Beispiels wieder auf die Gesamtbetrachtung der platonisch-aristotelischen Kosmologie und der Schattenseiten ihrer Idee von der Einheit von Natur und Geist zurückkommen. Wie ich schon sagte, liegt es nahe, den wesentlichen Grund für die Dürftigkeit des systematischen Experimentierens im antiken Griechenland in psychologischen Momenten zu suchen. Die Schüler von Platon und Aristoteles betrachteten wahrscheinlich die künstliche Isolierung physikalischer Vorgänge von ihrem natürlichen Zusammenhang und ihre häufige Wiederholung und Variierung als einen unzulässigen Eingriff in die Natur. Diese hemmende Tendenz wurde durch zwei andere Einstellungen bestärkt, die sich aus der griechischen Psychologie herleiten. Einmal war es das uralte, schon im mythologi-

¹⁷ A.a.O., 266, 35.

schen Zeitalter verwurzelte religiöse Bewußtsein von den Grenzen, die dem Vermögen des Menschen gegenüber Mächten gesetzt sind, die jenseits seiner Kontrolle liegen. Es waren Skrupel, die der Furcht entsprangen, daß die Überschreitung dieser Grenzen die Rache jener Mächte nach sich ziehen könnte. Wer sich in seiner Hybris, seiner Arroganz, anmaßt, der Natur Gewalt anzutun, muß gewärtig sein, daß die Natur oder die Götter, die in ihr herrschen, Gewalt mit Gewalt beantworten. „Man muß die Hybris wie eine Feuersbrunst löschen“¹⁸, dieser Ausspruch Heraklits ist eines der vielen Beispiele für dies sittliche Gebot der Mäßigung bei den Alten und ihrer Furcht vor den Folgen ungebührlichen Durchbrechens menschlicher Schranken. Ich möchte darauf hinweisen, daß auch im heutigen Zeitalter der extremen Eingriffe des Menschen in den Haushalt der Natur ähnliche Befürchtungen wieder aktuell geworden sind. Falsche oder zu radikale Methoden der Schädlingsbekämpfung z. B. führen zu Störungen im Gleichgewicht dieses Haushaltes, die nachteilige Folgen für die gesamte Umwelt zeitigen.

Eine weitere, für den Griechen typische Einstellung, die dem Experimentieren nicht förderlich war, beruhte auf seiner Geringschätzung, ja Verachtung jeder manuellen Arbeit, die auf den Sklavenstand abgeschoben wurde. Theorie steht höher als Experiment, wie Aristoteles zu Beginn seiner *Metaphysik* darlegt. „Wir halten in jedem Beruf die Werkmeister für schätzenswerter und weiser als die Handarbeiter, denn sie kennen die Gründe der zu verrichtenden Dinge. Die Handarbeiter, wie gewisse leblose Objekte, führen Dinge aus, ohne zu wissen, was sie tun – so wie Feuer brennt; aber während leblose Objekte alle ihre Handlungen gemäß ihrer Natur verrichten, tun es die Handwerker gewohnheitsmäßig. Daher sind die Werkmeister weiser, nicht weil sie Dinge ausführen können, sondern weil sie eine Theorie besitzen und die Ursache kennen.“¹⁹ Sinneswahrnehmungen, die doch die

¹⁸ Diels, *Die Fragmente der Vorsokratiker*⁴, 12 B 43.

¹⁹ Aristoteles, *Metaphysik* 981a 30–981b 7.

Grundlage des Experiments sind, bedeuten noch nicht Weisheit oder Einsicht. „Sie sind zwar die wichtigsten Quellen der Kenntnis einzelner Vorgänge, aber sie sagen uns nichts über die Gründe eines Vorgangs, z. B. *warum* Feuer heiß ist, sondern nur, *daß* es heiß ist.“²⁰

Aristoteles betont, daß die Menschen begannen, Philosophie zu treiben und sich über die Welt als Ganzes Gedanken zu machen, sobald sie imstande waren, sich über Dinge zu wundern, und sich ihrer Unwissenheit bewußt wurden. „Es ist also klar, daß sie Wissenschaft nur um der reinen Erkenntnis willen trieben und nicht für einen praktischen Zweck. Dies bezeugt auch der Lauf der Dinge, denn diese Art von Erkenntnis begann als Erholung und zum Zeitvertreib, nachdem so gut wie alle Lebensnotwendigkeiten schon befriedigt waren. Offenbar streben wir nach dieser Erkenntnis ohne Hinblick auf praktische Vorteile. Vielmehr, genauso wie wir einen Menschen frei nennen, der für sich selbst und nicht für einen anderen existiert, nennen wir diejenige Wissenschaft die einzig freie, die um ihrer selbst willen existiert.“²¹

Aristoteles' Worte zeigen deutlich, daß er eine Betrachtung und Beobachtung der Natur, die keine praktischen Ziele verfolgt, als die höchste Stufe der Naturerkenntnis ansah, wobei er wohl auch die experimentelle Biologie mit einbegriff, die er so meisterhaft entwickelte. Denn auch diese stand ja nur im Dienst der reinen Erkenntnis, auch sie war eine „freie Wissenschaft“, die der Mensch sich leisten konnte, sobald mehr als seine elementaren Bedürfnisse befriedigt waren und er die Errungenschaften der Technik genoß. Offenbar war Aristoteles der Meinung, daß die Technologie zu seiner Zeit schon so weit gediehen war, daß die Griechen reine Wissenschaft treiben konnten, wobei sie weitgehend Nutznießer der großen technischen Leistungen der Ägypter auf so vielen Gebieten, wie Bautechnik, Bergbau, Metallurgie und angewandte Chemie, waren. Die Annehmlichkeiten der Technik

²⁰ A. a. O., 981 b 12–13.

²¹ A. a. O., 982 b 21–28.

kann man genießen, aber sowohl sie wie das Experiment als Wegbereiter der Technik, als Mittel zum praktischen Zweck, sind doch nur von sekundärer Bedeutung. Charakteristischerweise erwähnt Aristoteles, daß die Ägypter sich der Mathematik widmen konnten, weil ihre Priesterkaste genug Muße hatte, sich mit reiner Forschung abzugeben.²²

Auch im hellenistischen Zeitalter blieb die Technik der Griechen, trotz einzelner bemerkenswerter Leistungen, wie der Konstruktion von Uhren und Planetarien, weit hinter ihren erstaunlichen Schöpfungen in den mathematischen Wissenschaften und der Astronomie zurück. Besonders entwickelt war aus naheliegenden Gründen die hellenistische Kriegstechnik, z. B. der Bau von Wurfmaschinen, deren Konstruktion auch unter Zuhilfenahme systematischer Experimente vorgenommen wurde. Hierbei wurden unter anderem durch eine Variierung von Anordnungen verschiedene Faktoren ermittelt, die ein Maximum der Wurfweite ermöglichen. Die Berichte über die diesbezüglichen Leistungen von Archimedes, dem größten Wissenschaftler der Antike, tragen allerdings einen mehr anekdotenhaften Charakter. Es scheint, daß seine theoretischen Werke mathematischen und physikalischen Inhalts mehr geschätzt wurden als die technischen. Auch der relativ geringe Umfang der uns erhaltenen technischen Literatur von Archimedes' Nachfolgern, Heron von Alexandrien und anderen, ist zum Teil mit der geringen Schätzung der Technik in der griechischen Antike zu erklären. Man kann mit einem gewissen Maß von Vereinfachung das Verhältnis der ägyptischen Zivilisation zu der ihr nachfolgenden griechischen etwa so charakterisieren: Das antike Ägypten entwickelte die Technologie im vorwissenschaftlichen Zeitalter, während die griechische Antike die systematische reine Wissenschaft schuf, ohne sich sonderlich um ihre technischen Anwendungen zu kümmern. Erst der neuzeitlichen europäischen Zivilisation war es vorbehalten, eine fruchtbare Wechselwirkung von Wissenschaft und Technologie einzuleiten,

²² A. a. O., 981 b 24–25.

über die im zweiten Teil des Vortrags noch einiges gesagt werden soll.

Das antike Weltgefühl, das vom Bewußtsein der Einheit von Mensch und Kosmos sowie dem Glauben an das Universum als einem lebendigen untrennbaren Ganzen beherrscht war, gipfelte in der Spätantike in der Philosophie des Neuplatonismus. Mit Plotin begann jene Lehre von der Stufenleiter der Welten, die von der niedrigsten, materiellen durch immer zahlreicher werdende Zwischenstufen der Seele und des Intelligiblen bis zum höchsten Guten führt. Im letzten Buch seiner *Enneaden*²³ spricht er davon, daß nicht nur unsere Welt, sondern a fortiori die intelligible Welt, die doch das Urbild dieses Universums ist, ein universelles lebendes Wesen darstellt, ein vollkommenes Gebilde, da sie ja alles ist, was Leben bedeutet. Die Welt enthält die Natur alles Lebenden, alles das, was gemäß der Vernunft und einer Idee geschaffen ist, nicht nur Tiere und Pflanzen, sondern auch alle Elemente. Daß das Feuer Seele ist, sei offenkundig, aber es ist ein Irrtum zu glauben, es entstünde durch Reibung, durch einen physikalischen Vorgang. Vielmehr muß das Feuer schon von vornherein in den geriebenen Körpern vorhanden sein, damit die Reibung wirken kann. Plotin beruft sich auf Platon, der gesagt hat, in jedem der vier Elemente sei eine Seele²⁴, die das wahrnehmbare Feuer produziere, das nichts anderes sei als zur Entzündung gebrachtes Leben. Es ist evident, schließt Plotin, daß auch die Elemente Teile des universellen lebenden Organismus sind. Unsere Welt, und mehr noch die intelligible, ist voller Lebewesen, und wer fragt, woher die Lebewesen kommen, der fragt im Grunde nach dem Ursprung der Welt, des Lebens selber, der Weltseele, des Weltgeistes. Die Welt und alles in ihr ist voller Leben, sie schäumt und siedet von Leben.

Zweihundert Jahre nach Plotin kommentiert Proklos in seinem *Timaos*-Kommentar (geschrieben im Jahre 440) die Passage, die

²³ Plotin VI, 7, 11 und 12.

²⁴ Platon, *Epinomis* 984 C–D.

von der Erschaffung des Menschen durch die Söhne des Demiurgen handelt. Im *Timaios* heißt es: „Nachdem er aber dies alles geordnet hatte [...], bedachten seine Kinder die Anordnung des Vaters und borgten sich vom Weltganzen Teile des Feuers, der Erde, des Wassers und der Luft aus, mit der Absicht, sie später wieder zurückzuerstatten, und fügten diese [zum Menschen] zusammen.“²⁵ Proklos bemerkt zu dieser Stelle: „Aus dem Worte ‚Borgen‘ geht hervor, daß an unserem Körper das Weltganze einen größeren Anteil hat als wir selber. Wenn dem so ist, warum jammern die Menschen darüber, daß sie sterben müssen? Was ist denn so furchtbar an der Auflösung? Es ist doch bestimmt in Ordnung, daß das All das wieder empfängt, was ihm gehört.“²⁶ Zu diesen ergreifenden Worten ist zunächst zu bemerken, daß sie in scharfem Kontrast zur Resignation gegenüber dem Tode stehen, die in der Bibel im letzten Satz des Fluches nach dem Sündenfall zum Ausdruck kommt: „Denn von Staub bist Du, und zum Staube wirst Du zurückkehren.“ Und ferner, daß bei Proklos die klassisch-griechische Auffassung von der Einheit von Natur und Geist sich so klar kundgibt, der Glaube, daß der Mikrokosmos des Menschen ein integraler Teil des Makrokosmos, des gesamten Universums ist.

II

Die Entfremdung von Natur und Geist setzte, wie viele historische Prozesse, langsam und von verschiedenen Ausgangspunkten her ein und gewann nach wenigen Jahrhunderten immer mehr an Schwung. Schon im Mittelalter, gegen Ende des 13. Jahrhunderts, träumte der englische Mönch Roger Bacon von der Erbauung mechanisch angetriebener Fahrzeuge, mit denen der Mensch die

²⁵ Platon, *Timaios* 42 E–43 A.

²⁶ Proklos, *In Tim.* III 319, 28–32.

Natur nicht nur imitieren, sondern auch an Wirkung übertreffen könnte. In der Renaissance nahmen diese Ideen konkretere Formen an, wie man aus den technischen Skizzen und Plänen Leonardo da Vincis ersehen kann. Es begann eine Periode ausgesprochen aggressiver Haltung des Menschen der Natur gegenüber; der menschliche Geist stellte sich kritisch zur Natur ein, er erkannte ihre Unzulänglichkeiten und suchte nach technischen Mitteln, diese Unvollkommenheiten zu verbessern oder den natürlichen Gang der Dinge, soweit er seinen Zwecken nicht dienlich ist, zu meistern. Zu Beginn des 17. Jahrhunderts bekämpfte Francis Bacon, der Begründer des Empirismus, die Buchgelehrsamkeit der Scholastik und forderte einen direkten, experimentellen Zugang zur Natur, wobei er auch das Experimentieren als ein Sezieren der Natur kennzeichnete. Mit empirisch begründeter Erkenntnis der Natur allein ist es aber nicht genug, wie Bacon ausführt. Wissen um seiner selbst willen macht noch nicht glücklich, vielmehr muß das Wissen des Menschen ein Instrument sein, mit dem er sich die Natur dienstbar macht. Das Schlagwort: „Wissen ist Macht“, nämlich Macht des Menschen über die Natur, ist bereits ein klarer Ausdruck des Gegensatzes von Natur und Mensch, der Entfremdung von Natur und Geist.

Die wahre, bewußte und philosophisch begründete Entfremdung setzte aber um 1640 mit Descartes ein, der die aristotelische Teleologie, die Auffassung vom plan- oder zweckmäßigen Geschehen, aus der Naturwissenschaft verbannte. Um die Hintergründe und die Tragweite dieser folgeschweren und weitreichenden Wende in der Geschichte der wissenschaftlichen Ideen in ihrer ganzen Bedeutung zu erfassen, sei an einige Sätze aus Descartes' „Meditationen über die Grundlagen der Philosophie“ (1641) erinnert, in denen er von der Allmacht und Vollkommenheit Gottes spricht²⁷:

„Die Idee, durch welche ich einen höchsten Gott denke, der

²⁷ R. Descartes, *Meditationen über die Grundlagen der Philosophie*, Dritte Meditation, §§ 19, 27, 33.

ewig, unendlich, allwissend, allmächtig ist, enthält mehr objektive Realität in sich, als die Idee, durch welche endliche Substanzen sich darstellen.“

„Unter dem Namen Gottes verstehe ich eine Substanz, die unendlich, unabhängig, von höchster Einsicht und Macht ist.“

„Gott aber, urteile ich, ist in der Weise aktuell unendlich, daß zu seiner Vollkommenheit sich nichts hinzutun läßt.“

Diese alle menschlichen Begriffe transzendierende Omnipotenz und Vollkommenheit Gottes ist es, mit der Descartes seine entschiedene Ablehnung jeder teleologischen Naturbetrachtung begründet, wie er es in der vierten Meditation ausspricht: „Da ich [...] weiß, daß meine Natur recht schwach und beschränkt ist, Gottes Natur hingegen unermesslich, unergründlich, unendlich, so weiß ich hierdurch auch zur Genüge, daß er Unzähliges vermag, dessen Gründe mir unbekannt sind. Und schon aus diesem einzigen Grunde halte ich dafür, daß die ganze Art der Begründung, die man aus der Zweckmäßigkeit herzuleiten pflegt, in der Naturerklärung unanwendbar ist. Denn nach meiner Meinung gehört eine gewisse Leichtfertigkeit dazu, die Zwecke Gottes ausfindig machen zu wollen.“²⁸

Wenn es eine Anmaßung ist, den transzendenten Gott der monotheistischen Religionen mit menschlichen Maßstäben zu messen, so verbietet sich auch als unzulänglich nicht nur die teleologische Naturphilosophie des Aristoteles, sondern auch die platonische Vorstellung von der Weltseele, die soviel Ähnlichkeit mit der des Menschen aufweist und um deren völlige Rationalisierung der Demiurg vergebens ringt. Die unvollkommene Weltseele, das Streben nach dem Guten, also nach menschlichen Werten, und andere anthropomorphe Begriffe haben in der Naturwissenschaft keinen Platz. Die Vollkommenheit Gottes spiegelt sich in der Vollkommenheit seiner Schöpfung wider. Die Natur als Ganzes, sagt Descartes, ist vollkommen, und wenn wir in ihr vermeintliche Unvollkommenheiten entdecken, so ist es sinnlos,

²⁸ R. Descartes, a.a.O., Vierte Meditation § 7.

hier von einem Streben nach Vollkommenheit zu reden. Man muß vielmehr – und hier spricht Descartes einen Gedanken aus, den schon die Stoiker entwickelt haben – bei der Betrachtung eines Teiles immer das Ganze vor Augen haben, wenn man den Teil richtig beurteilen will: „Auch fällt mir ein, daß man, sooft man prüft, ob die Werke Gottes vollkommen sind, nicht ein einzelnes Geschöpf für sich, sondern das ganze Weltall in Betracht ziehen muß. Dasselbe nämlich, was, wenn es allein stünde, vielleicht als äußerst unvollkommen gelten möchte, das ist höchst vollkommen, insofern es in der Welt nur den Wert eines Teiles hat.“²⁹

Die logische Konsequenz des Verzichts auf jede teleologische Erklärung ist die Auffassung des Universums als eines ungeheuer komplizierten, aber perfekten Mechanismus, der so arbeitet, daß seine vielfältigen Teile vollkommen ineinandergreifen, wobei man die Funktion eines Teiles nur völlig erfassen kann, wenn man ihn im gesamten Rahmen des ganzen Getriebes sieht. Diese Auffassung Descartes' ist ganz im Einklang mit seiner Vorstellung von der Welt als einem dynamischen Kontinuum, dessen bewegliche Teile sich in ein kontinuierliches Ganzes zusammenfügen, eine Vorstellung, die ebenfalls vor ihm schon die Stoiker begrifflich ausgearbeitet hatten. Was bei Descartes, dem großen Mathematiker und Begründer der analytischen Geometrie, noch hinzukam, war der mathematische Gesichtspunkt. Das Funktionieren eines Mechanismus in seiner Totalität oder als eine Summe von Teilen, deren jeder eine bestimmte Funktion ausübt, die erst im Hinblick auf das Ganze sinnvoll ist, kann nur beschrieben und verstanden werden, wenn man die Geometrie zu Hilfe nimmt. Denn Geometrie ist ja die Wissenschaft von räumlichen Beziehungen, von räumlichen Gebilden, seien es Kurven, Flächen oder Körper, deren Gestalt man erforscht, wenn man die Lage und Relation ihrer Teile untersucht.

So wird die Forderung Descartes' verständlich, die Natur mathematisch und nicht teleologisch zu erklären, eine Forderung,

²⁹ R. Descartes, a.a.O., § 8.

die er 1644 in seinen *Principia philosophiae* formuliert hat: „Ich gestehe offen, daß ich keine andere Materie der körperlichen Dinge anerkenne, als jene durchaus teilbare, gestaltbare und bewegliche, welche die Geometer ‚die Größe‘ nennen und zum Gegenstand ihrer Beweise nehmen, und daß ich in ihr nur diese Teilungen, Gestaltungen und Bewegungen beachte und nichts an ihnen als wirklich anerkenne, was nicht aus jenen Gemeinbegriffen, über deren Wahrheit man nicht zweifeln kann, so klar sich ergibt, daß es mathematisch bewiesen werden kann. Da nun alle Naturscheinungen hieraus erklärt werden können [...] so halte ich andere Prinzipien der Naturwissenschaft weder für zulässig noch für wünschenswert.“³⁰

Wenn man die weitere Entwicklung der modernen Naturwissenschaft vorwegnimmt, kann man also sagen, daß diese programmatische Forderung Descartes' anstelle der platonischen Weltschöpfung und der aristotelischen Teleologie das abstrakte mathematische Naturgesetz als Leitidee der Forschung aufstellt. Man darf aber nicht vergessen, daß, obwohl Descartes mit seinem Programm im Prinzip der Wissenschaft, und vor allem den physikalischen Disziplinen, den Weg zur fortschreitenden Erkenntnis gewiesen hat, die von ihm empfohlene geometrische Methode nicht zum erwünschten Ziel führte. Geometrische Analogien und Modelle und geometrische Vorstellungen überhaupt sind zwar bis in die Gegenwart hinein wichtige Hilfsmittel gewesen, welche die wissenschaftliche Phantasie des Forschers förderten. Die eigentliche mathematische Sprache der exakten Wissenschaften wurde aber die algebraische Analyse im weitesten Sinne. Nachdem Newton und Leibniz im 17. Jahrhundert die Infinitesimalrechnung begründet hatten, waren es von der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts an die Differentialgleichungen der Physik und andere mathematische Ansätze algebraisch-symbolischer Natur, welche alle mathematisierbaren Zweige der Naturwissenschaft zu ungeahnten Erfolgen führten.

³⁰ R. Descartes, *Principia Philosophiae* II, 64.

In der theoretischen Physik hat die angewandte Mathematik ihre größten Triumphe errungen, und ihre Prozedur dient als Vorbild für alle physikalischen Disziplinen und neuerdings auch für die Biologie. Aus diesem Grunde scheint es mir am Platze, im Hinblick auf mein Thema einiges über die Mathematik als Sprache des Naturforschers zu sagen, wobei ich mich auf gelegentliche Ausführungen großer theoretischer Physiker wie H. Weyl, P. A. M. Dirac und R. Feynmann berufen kann.

Vorerst ein paar Worte über die reine Mathematik: Sie konstruiert zunächst in jedem ihrer Zweige gewisse logische Gußformen, aus denen sie ihre deduktiven Theorien von Relationen entwickelt, ohne sich auf irgendeine konkrete Interpretation festzulegen. Die einzige Bedingung für den Wahrheitsgehalt einer reinen Theorie ist ihre innere Widerspruchsfreiheit, ihre Konsistenz. Der beste Weg zur Lösung eines rein mathematischen Problems ist häufig der, daß man von einem Spezialfall ausgeht und, wenn dieser streng gelöst ist, die allgemeineren Fälle angeht. Hingegen ist die Funktion der angewandten Mathematik, d. h. der Mathematik im Dienste der Naturwissenschaft, nur dann zu verstehen, wenn man die Konfrontation und Wechselwirkung der theoretischen Konstruktion mit der empirischen Erkenntnis ins Auge faßt. Die Sinneswahrnehmung im weitesten Sinne, also Beobachtung und Experiment, liefert ein reiches Tatsachenmaterial, aus dem die Intuition eines großen Theoretikers die wesentlichen Daten herausholt und zusammenfaßt. Es ist dann Sache seiner schöpferischen Phantasie, die möglichen Beziehungen dieser Daten und den inneren Zusammenhang der ihnen zugrunde liegenden Vorgänge in die symbolische Sprache der Mathematik zu übersetzen, wobei diese mathematische Darstellung an eine wesentliche Vorschrift gebunden ist – der Übereinstimmung der mathematischen Symbole mit den empirisch prüfbaren Dingen. Die Frage, ob dem Theoretiker der Wurf gelungen ist, den physikalischen Vorgang oder das physikalische Naturgesetz mathematisch auszudrücken, wird vorerst durch Prüfung des theoretischen Ansatzes als *Ganzem* entschieden, wenn er mit der Erfahrung verglichen wird. Das

physikalische Verständnis einer mathematischen Gleichung ist also zunächst ein unpräzises, auf der Schau des Ganzen beruhendes. Man versteht, ohne eine Gleichung tatsächlich zu lösen, was sie bedeutet und wie sie auf besondere Fälle angewandt werden kann, wenn man sich ungefähr die charakteristischen Züge ihrer Lösung klargemacht hat. Der Weg des Verständnisses ist hier demnach ein umgekehrter wie der des reinen Mathematikers; der Physiker geht von der summarischen Betrachtung des Gesetzes aus und wendet es dann auf einfachere Situationen an.

Es ist natürlich schwierig, diesen Vorgang an konkreten Beispielen zu illustrieren, ohne auf die technischen Einzelheiten einer mathematisch-physikalischen Gleichung einzugehen. Ich möchte aber erwähnen, daß z. B. Einstein in seiner Arbeit über die allgemeine Relativitätstheorie die Bedeutung seiner Gravitationsgleichung in ihrer allgemeinen Form zunächst dadurch klarmacht, daß er mittels mathematischer Vereinfachungen ihren Zusammenhang mit den Gleichungen der speziellen Relativitätstheorie aufdeckt, die für gravitationsfreie Gebiete gelten. Erst nachher wird die exakte Lösung für den wichtigsten Spezialfall der Planetenbewegung gegeben und schließlich der tiefere Sinn der neuen Theorie dadurch verdeutlicht, daß die klassische Theorie Newtons als approximative Lösung abgeleitet wird.

Das approximative Verfahren der theoretischen Physiker, das Hin und Her vom Überblick über die mathematische Gleichung *in toto* zur Lösung von Einzelfällen, und von diesen speziellen Ergebnissen zum tieferen Verständnis der Bedeutung des Ganzen, weist gewisse Ähnlichkeiten mit der Handhabung der menschlichen Sprache auf, deren sich die Geisteswissenschaften bedienen. Auch in ihnen gibt es so eine Prozedur des Hin und Her, die zu einem asymptotischen Verstehen von Sätzen oder Satzgruppen führt. Sätze können nur verstanden werden, wenn man die Sprache kennt, in der sie gesprochen werden, die Sprache nur, wenn man die Sätze und Worte kennt, aus denen sie sich zusammensetzt. Das bessere Verständnis einzelner Worte führt zum besseren Verständnis der ganzen Sprache, und in gegenseitiger Bedingtheit

führt das Verstehen der Sprache als Ganzen zum tieferen Erfassen der einzelnen Worte und Sätze. Jedoch das physikalische Verstehen ist ein unendlich viel einfacherer Vorgang als das einer natürlichen Sprache, weil die Bedeutung der einzelnen mathematischen Symbole von vornherein festgelegt ist, was die Eindeutigkeit ihres Sinnes im Rahmen des gegebenen Systems gewährleistet. Das charakteristische Merkmal der Geisteswissenschaften besteht aber in jenem *menschlichen Verstehen*, das nur durch eine Analyse des Zusammenhangs erzielt werden kann, in dem ein Wort gesagt worden ist, denn menschliche Worte sind einer derartigen Fülle von Nuancierungen fähig und erstrecken sich je nach dem Kontext auf ein so breites Spektrum von Abstufungen, daß man getrost sagen kann, die natürliche Sprache ist um eine Dimension reicher als die symbolische Sprache der Mathematik. Dies gilt auch für die geisteswissenschaftliche Terminologie, wo zwar die Bedeutung eines Terminus durch Definition festgelegt ist, aber auch diese Definitionen erfahrungsgemäß im Laufe der Zeit merklichen oder unmerklichen Verschiebungen und Veränderungen unterliegen können.

Nunmehr möchte ich auf die Erörterung der Naturgesetze zurückkommen, wobei ich mich kurz fassen kann, weil ich dieses Kapitel in früheren Vorträgen von mehreren Seiten her beleuchtet habe. Die Aufstellung von Naturgesetzen impliziert das Erforschen funktionaler oder kausaler Zusammenhänge von Naturvorgängen, die sowohl im Sinne des klassischen Kausalprinzips zu verstehen sind, als auch im modernen der Quantenmechanik. Naturgesetze dienen zwei Zwecken, einem theoretischen, als Eckpfeiler eines Naturbildes, das wir uns in sukzessiven Approximationen aufzubauen versuchen, und einem praktischen, als Instrument zur Voraussage von Ereignissen, sei sie nun deterministischen oder probabilistischen Charakters. Solche voraus-sagbaren Ereignisse sind also auf exakt oder statistisch reproduzierbare Naturvorgänge beschränkt, für deren Wiederholung entweder die Natur oder der Experimentator in Laboratoriums-versuchen sorgt.

Diese Versuche waren zunächst von relativ einfachem Charakter, solange es nämlich darum ging, eine spezifische Erscheinung zu beschreiben, wie z. B. Gilberts Experimente mit einem Magneten oder Galileis Fallversuche. Dann aber, als es galt, allgemeine Naturgesetze aufzustellen und ihren Geltungsbereich zu erforschen, nahmen die Experimente immer mehr den Charakter des „Sezierens der Natur“ an, von dem Bacon gesprochen hat, und zwar aus einem Grunde, der mit dem Wesen des Naturgesetzes zusammenhängt. Ein Naturgesetz hat nämlich sowohl einen positiven wie einen negativen Aspekt. Es soll Aussagen sowohl über aktuelle Vorgänge ermöglichen, als auch über das viel verzweigtere Netz potentieller Vorgänge, also solcher, die innerhalb der von der Natur gegebenen Grenzen möglich sind. Das Naturgesetz ist um so besser fundiert, je zahlreicher die es stützenden Erscheinungen sind, die im Bereich des experimentell Möglichen beobachtet werden. Dieser Bereich des *technisch* Möglichen muß sich so weit wie es nur geht mit dem des *prinzipiell* Möglichen, dem Naturgesetz nicht Widersprechenden, decken. Denn das Naturgesetz kann auch vom operationalen Gesichtspunkt aus negativ formuliert werden, indem das prinzipiell Unmögliche mit dem von der Natur Verbotenen gleichgesetzt wird. So besagt z. B. der Energiesatz die prinzipielle Unmöglichkeit der Konstruktion eines perpetuum mobile, der Entropiesatz die einer Maschine, welche ohne Arbeitsleistung Wärme von einem kälteren in ein wärmeres Reservoir fließen läßt, und die Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelationen laufen auf die prinzipielle Unmöglichkeit hinaus, Ort und Impuls eines Körpers gleichzeitig mit beliebiger Exaktheit zu bestimmen.

Naturgesetze lassen keine Ausnahmen zu, und wenn ein Vorgang beobachtet wird, der dem Gesetz widerspricht, so war die Formulierung des Gesetzes falsch oder unvollkommen und das Gesetz muß verworfen oder modifiziert werden. Das Bestreben der modernen physikalischen Wissenschaften, empirische oder theoretische Unvollkommenheiten auszumerzen, ist häufig zum Ausgangspunkt neuer wesentlicher Entdeckungen geworden.

Unvollkommenheiten dieser Art treten auch in der Form von Asymmetrien auf, deren Vorhandensein zunächst als ein ästhetischer Mangel empfunden wird, der sich aber bei weiterer Analyse als eine erkenntnistheoretische Unzulänglichkeit herausstellt, die überwunden werden muß. Von den Pythagoreern an bis zur heutigen Zeit wird die Forschung vom Glauben an eine Herrschaft der Symmetrie in der Natur geleitet, und Symmetriebetrachtungen spielen daher eine hervorragende Rolle in der Wissenschaft.

Einige Beispiele aus der Physik der letzten hundert Jahre mögen zur Illustration dienen. Im Jahre 1864 stellte Maxwell seine berühmten Gleichungen des elektromagnetischen Feldes auf, die eine bemerkenswerte mathematische Symmetrie aufweisen. Maxwell war vom Faradayschen Induktionsgesetz ausgegangen, also von der Tatsache, daß ein veränderliches Magnetfeld ein elektrisches Feld hervorruft, welches es umgibt, und das Resultat seiner Überlegungen war die Postulierung des analogen Falles. Dies besagt also, daß ein veränderliches elektrisches Feld von einem Magnetfeld umgeben ist, und diese Verkettung veränderlicher elektrischer und magnetischer Felder ist nichts anderes als die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitende elektromagnetische Strahlung, die von Heinrich Hertz experimentell nachgewiesen wurde.

Die grundlegende Einsteinsche Arbeit vom Jahre 1905 über die spezielle Relativitätstheorie beginnt mit dem Hinweis auf Asymmetrien in der Deutung elektromagnetischer Phänomene, wenn man die Elektrodynamik Maxwells mit der Hypothese eines absolut ruhenden Raumes verbindet. Was einzig und allein objektive Existenz hat, betont Einstein, ist die Relativbewegung eines Magneten und eines Stromleiters, die zur Induzierung einer elektrischen Spannung im Leiter führt, die in diesem Leiter, wenn sein Kreis geschlossen wird, einen Strom erzeugt. Nimmt man hingegen an, daß es absolute Bewegungen oder absolute Ruhe gibt, so ist man genötigt, dasselbe Phänomen auf zwei verschiedene Weisen zu erklären: „Bewegt sich nämlich der Magnet und ruht der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten ein elektrisches

Feld von gewissem Energiewerte, welches an den Orten, wo sich Teile des Leiters befinden, einen Strom erzeugt. Ruht aber der Magnet und bewegt sich der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten kein elektrisches Feld, dagegen im Leiter eine elektromotorische Kraft, welcher an sich keine Energie entspricht, die aber [...] zu elektrischen Strömen von derselben Größe und demselben Verlaufe Veranlassung gibt, wie im ersten Falle die elektrischen Kräfte.“³¹ Untervirft man sowohl die Maxwell'schen Gleichungen wie die klassische Mechanik dem Einsteinschen Relativitätsprinzip, so ergibt sich die Relativitätstheorie, deren unwälbende Resultate mit jener Beseitigung einer Asymmetrie von Erklärungen begann, die den Phänomenen nicht anhaftet.

Nachdem die Plancksche Quantenhypothese (1900) und Einsteins Lichtquantentheorie (1905) die erste Phase der Quantentheorie eingeleitet hatten, nahm Louis de Broglie im Jahre 1925 Anstoß an einer auffallenden Asymmetrie in der Auffassung von Licht und Materie, deren Beseitigung zum entscheidenden Übergang von der klassischen Quantentheorie zur Quantenmechanik führte. Während man dem Licht sowohl einen Wellen- wie einen Korpuskularcharakter zuschrieb, betrachtete man die Materie als eine Summe von Korpuskeln. De Broglie postulierte, daß sowohl für die Materie wie für das Licht der Korpuskel- und Wellenbegriff gleichzeitig eingeführt werden muß. Auch die materiellen Teilchen, z. B. die Elektronen, sollten sich nicht lediglich als Korpuskeln darstellen lassen, sondern man müsse ihnen gleichfalls eine Periodizität, also eine Wellennatur zuschreiben. Diese Symmetrieüberlegung wurde experimentell bestätigt, und die Allgemeinheit des Dualismus von Wellen- und Partikelvorstellung wurde zu einem der Ausgangspunkte der Quantenmechanik, deren folgeschwerere physikalische und erkenntnistheoretische Konsequenzen bekannt sind.

Schließlich sei erwähnt, daß eine richtig konzipierte und formu-

³¹ A. Einstein, Zur Elektrodynamik bewegter Körper, *Annal. d. Phys.* 17 (1905), Einleitung.

lierte mathematische Gleichung, wie Diracs Gleichung des Wasserstoffatoms (1927), zur Aufdeckung einer Unvollkommenheit in der bisherigen Auffassung der Materie geführt hat, indem diese Gleichung die Existenz des Positrons postulierte, d. h. eines Teilchens von derselben Masse wie das Elektron, aber entgegengesetzten Quanteneigenschaften, wie z. B. einer positiven elektrischen Ladung. Dieser Entdeckung folgte die der anti-Materie überhaupt, d. h. von allen möglichen Elementarteilchen, die bei gleicher Masse spiegelbildliche Eigenschaften aufweisen, also umgekehrte Ladung oder entgegengesetztes magnetisches Moment oder entgegengesetzten mechanischen Drehimpuls.

Daß eine derartige Postulierung von Symmetrien nicht immer experimentell bestätigt werden kann, davon zeugt die bisher ergebnislos verlaufene Suche nach magnetischen Monopolen, also dem magnetischen Analogon von negativen und positiven elektrischen Ladungen, die ja gesondert auftreten, während nur magnetische Dipole bekannt sind, die zugleich nördlichen und südlichen Magnetismus aufweisen. Viel beunruhigender hingegen war für die Quantenphysiker die Entdeckung der Tatsache, daß gewisse Quantenprozesse eine ausgesprochene Asymmetrie zeigen, wie z. B. die sogenannte schwache Wechselwirkung von Elementarteilchen, die beim β -Zerfall radioaktiver Elemente beobachtet wird. Die aus dem radioaktiven Kern emittierten Elementen verhalten sich nämlich insofern einseitig, als ihr Spin, d. h. ihr eigener Drehimpuls, vorwiegend einen Richtungssinn besitzt, den einer Linksschraube, während man eine statistisch gleichmäßige Verteilung der Drehimpulse auf den linken und den rechten Umlaufsinus erwarten sollte. Eine solche Links-Rechts-Symmetrie, der mathematisch auch eine Symmetrie von gerade und ungerade entspricht, wird in der Fachsprache als „Parität“ bezeichnet. Das Gesetz von der Erhaltung der Parität wird also bei schwachen Wechselwirkungen verletzt. Es hat sich aber herausgestellt, daß analoge Wechselwirkungen, bei denen anti-Teilchen emittiert werden, also z. B. Positronen statt Elektronen, die Parität im umgekehrten Sinne verletzen, d. h. der Drehimpuls der Positronen ist

vorwiegend eine Rechtsschraube. Wenn man also Parität und elektrische Ladung von Teilchen zusammen betrachtet, so ist die Symmetrie bei diesen Wechselwirkungen als Ganzes wieder erhalten. Es gibt aber noch ungeklärte Fälle bei anderen Elementarteilchen, die asymmetrisch verlaufen und für die bisher noch keine befriedigende Theorie gefunden werden konnte.

Die Entdeckung von Naturgesetzen oder – was in der Regel physikalisch auf dasselbe hinausläuft – von Symmetrien hat unsere Welt in ungeahntem Maße bereichert und vertieft. Mit einem Gefühl der Bewunderung und der Ehrfurcht steht der menschliche Geist vor diesem Bild, dessen vollständiges Erfassen oder gebührende Würdigung allerdings nur dem jeweiligen Fachmann vorbehalten ist. Eine instruktive und ausgedehnte populärwissenschaftliche Literatur erschließt aber dieses Weltbild einem immer weiteren Kreis von Nicht-Fachleuten und vermittelt ihm ein Verständnis oder zumindest die Illusion eines Verständnisses für die erkenntnistheoretischen Errungenschaften der Naturwissenschaft. Diese Errungenschaften, so groß sie sind, werden jedoch in der Wertschätzung des größten Teiles der Menschheit durch die erstaunlichen Fortschritte der Technologie in den Schatten gestellt, die ursprünglich ein Nebenprodukt der Wissenschaft war und heute das Leben des Menschen in vieler Hinsicht so unendlich viel bequemer, einfacher und besser gestaltet hat. Allerdings steht den Segnungen der angewandten Wissenschaften – man denke nur an die Fortschritte der Medizin – der Fluch der Zerstörung unserer natürlichen Umgebung gegenüber und einer wachsenden Gefahr, die der Menschheit durch die Vernichtungstechnik zukünftiger Kriege droht. Angesichts dieser extremen Zuspitzung der konträren Auswirkungen der Technologie ist man versucht, auf die moderne Technik die Worte anzuwenden, die im alten hebräischen Sprichwort der Mensch der Biene zuruft: „Weder deinen Honig noch deinen Stachel.“

Die immer intensiver werdende Wechselwirkung reiner Naturwissenschaft und Technologie hat die Akkumulation der physikalischen und biologischen Erkenntnis derart beschleunigt und ver-

zweigt, daß der Entfremdungsprozeß, der zu Beginn der Neuzeit auf die Natur- und Geisteswissenschaften beschränkt war, auch auf die verschiedenen Disziplinen der Naturwissenschaften selbst übergegriffen hat. Obwohl die biologische Forschung hauptsächlich auf physikalisch-chemischen Methoden basiert, hat die unvermeidliche Spezialisierung Biologen und Physiker voneinander getrennt, und in unserem Jahrhundert sogar die Forscher in den verschiedenen Zweigen einer und derselben Disziplin immer mehr einander entfremdet. Diese Zersplitterung wird durch das rapide Anwachsen der Zahl der professionellen Naturwissenschaftler und das damit verbundene Anschwellen der wissenschaftlichen Publikationen derart gefördert, daß einem heutigen Forscher kaum noch ein Überblick über die Fortschritte seiner Nachbarfächer möglich ist. Nach den Schätzungen der Statistiker existieren heute gegen 90000 wissenschaftliche Zeitschriften, was bedeutet, daß ein Jahr nicht ausreicht, um nur die Titel der jährlich erscheinenden Artikel durchzulesen.

Angesichts dieser betriebsamen Geschäftigkeit, so schöne Früchte sie auch zeitigen mag, wird man an die klassische Parallele erinnert, die Plotin zwischen dem Schaffen der Natur und dem Tun des Menschen zieht, die er beide als eine Degradierung der stillen Kontemplation, eine Entfremdung des reinen Geistes darstellt.³² Natur, sagt Plotin, ist zwar eine Summe von Bewegungen, aber ihr Ausgangspunkt ist der ruhende Pol der Vernunft und des reinen Denkens, dessen Objekt einzig und allein das Notwendige ist. Aber die angewandte Betrachtung, die im Hinblick auf einen Zweck denkt, also auf Objekte, die nicht allein notwendig, sondern auch zufällig oder unwesentlich sind, ist eine Abschwächung der reinen Kontemplation, eine Degradierung der reinen Natur. Plotin läßt die Natur sagen: „Ich bin das Produkt einer reinen Kontemplation und habe daher eine Neigung zum Kontemplieren; was in mir denkt, erzeugt ein Objekt der Kontemplation, so wie die Geometer Figuren zeichnen, wenn sie nachdenken; ich hin-

³² Plotin III, 8, 4.

gegen zeichne nicht, sondern kontempliere, und die Umrissse der Körper werden real, als ob sie aus mir herausfallen [...].“

Plotin erklärt dies damit, daß die Natur beseelt ist, und diese Beseeltheit erzeugt in ihr den Willen, die Objekte ihrer Kontemplation zu konkretisieren. „Statt einer reinen, präzisen, stillen Kontemplation entsteht eine andere, die nur ein unvollkommenes Abbild von ihr ist. Daher leiden die Produktionen der Natur an Schwäche, denn eine kraftlose Kontemplation bringt ein kraftloses Objekt hervor. Das Gleiche gilt vom Menschen, der, wenn seine Kontemplation sich abschwächt, zum Tun übergeht, das nur ein Schatten der Kontemplation und der Vernunft ist. Wegen der Schwachheit ihrer Seele sind die Menschen unfähig, sich in die wahre Kontemplation zu vertiefen, sie sind nicht imstande, die Objekte ihrer Kontemplation völlig zu erfassen und sich von ihrer Schau erfüllen zu lassen. Sie begehren jedoch nach dieser Schau und werden so zum Tun getrieben, um das zu sehen, was sie mit der Vernunft allein nicht sehen können.“ Plotin schließt: „Immer werden wir finden, daß das Tun und Handeln entweder eine Abschwächung des Kontemplierens sind oder seine Begleiterscheinung. Eine Abschwächung, wenn nach vollzogenem Tun es nichts mehr zu schauen gibt, und eine Begleiterscheinung, wenn man etwas kontemplieren kann, was dem überlegen ist, was man produziert hat.“

Die fortschreitende Spezialisierung und der wachsende Professionalismus führen notwendig bei vielen Naturwissenschaftlern zu einer Einengung des Blickfeldes und einer Neigung zum Dogmatismus, die sie immer weiter vom Ideal der alten Griechen entfernt, für welche die Essenz einer humanistischen, Mensch und Welt umfassenden Einstellung nicht so sehr in der Summe des Wissens als in einer ausgeglichenen Lebensanschauung und einer integralen Denkweise bestand. Ja, selbst jene geistige Aufgeschlossenheit, welche die Pioniere der modernen Wissenschaft, z. B. die Gründer der Londoner Royal Society, zu neuen Horizonten führte, ist nicht wenigen Forschern der späteren Generationen abhanden gekommen.

Man muß dabei in Betracht ziehen, daß naturwissenschaftliche Hypothesen, auch wenn sie mit bekannten Tatsachen im Einklang stehen und zur Entdeckung neuer Tatsachen führen, nicht immer ohne weiteres von der Gemeinschaft der Fachkollegen akzeptiert werden, denn die Beurteilung einer Theorie, welche aus der Summe der Tatsachen ein einheitliches, umfassendes Bild konstruiert, ist Sache einer rein subjektiven Einstellung. Die Frage: „Was ist Wahrheit?“ kann auch in der sozusagen objektiven Naturwissenschaft nicht sofort beantwortet werden, wie z. B. die Geschichte der Physik beweist. Ich zitiere als schlagendes Beispiel Max Plancks Worte in seiner wissenschaftlichen Autobiographie: „Es gehört zu den schmerzlichsten Erfahrungen meines wissenschaftlichen Lebens, daß es mir nur selten, ja ich möchte sagen niemals gelungen ist, eine neue Behauptung, für deren Richtigkeit ich einen vollkommen zwingenden, aber nur theoretischen Beweis erbringen konnte, zur allgemeinen Anerkennung zu bringen [...]. Dabei hatte ich Gelegenheit, eine, wie ich glaube, bemerkenswerte Tatsache festzustellen. Eine neue wissenschaftliche Wahrheit pflegt sich nicht in der Weise durchzusetzen, daß ihre Gegner überzeugt werden und sich als belehrt erklären, sondern vielmehr dadurch, daß die Gegner allmählich aussterben und daß die heranwachsende Generation von vornherein mit der Wahrheit vertraut gemacht ist.“³³

Ein anderes Beispiel für die mangelnde Aufgeschlossenheit der heutigen Naturwissenschaftler, für ihr dogmatisches sich-Versteifen auf die konventionelle Methodik der Wissenschaft, ist die leidenschaftliche aprioristische Ablehnung aller Aspekte von Randphänomenen, wie der Extra-Sensory Perception und anderer parapsychologischer Erscheinungen. Die bisherigen beachtlichen Ergebnisse auf diesem jetzt auch wissenschaftlich mehr und mehr fundierten Gebiete sowie die Bedeutung aller Vorgänge, die nicht automatisch oder nicht regelmäßig reproduzierbar sind oder einem

³³ Max Planck, *Physikalische Abhandlungen und Vorträge* (Braunschweig 1958), Bd. III, S. 386 und 389.

Seriengesetz gehorchen, das nicht kausal erklärbar ist oder auch in ihrer Einmaligkeit sinnvoll sind, werden von der Profession ebenso sehr unterschätzt, wie die Reichweite der elektronischen Rechenmaschinen vielfach überschätzt wird, wenn man sie auf den Bereich menschlichen Denkens und Fühlens anwendet.

Zum letzten Punkt möchte ich Folgendes bemerken: Die wissenschaftliche Grundlage der Computer und anderer moderner Instrumente der Kommunikationstechnik ist von einem der jüngsten Zweige der angewandten Mathematik geschaffen worden, der Informationstheorie, die vor weniger als dreißig Jahren begründet wurde. In einem der ersten zusammenfassenden Bücher über Naturwissenschaft und Informationstheorie³⁴ betont der Verfasser, L. Brillouin, daß diese Theorie nicht den Denkprozeß erforschen könne und daß man daher in sie kein Element einführen kann, das den menschlichen Wert einer Information einschließt. Ein solches Element ist offenbar rein subjektiver Natur, denn es kann z.B. ein Satz, der in einer Zeitungsnachricht oder in einem Telegramm enthalten ist, für mich von höchster Bedeutung, für meinen Nachbarn hingegen völlig irrelevant sein. Diese Ignorierung des subjektiven Elements bedeutet zwar, wie Brillouin ausführt, eine sehr ernste Beschränkung, aber nur um diesen Preis ermöglichte sich die Begründung dieser neuen Disziplin wissenschaftlicher Erkenntnis. Denn nur dadurch, daß alle menschlichen Werte unberücksichtigt bleiben, könne man die Information quantitativ erfassen, als eine physikalisch meßbare Größe behandeln, und so eine auf Statistik beruhende wissenschaftliche Theorie konstruieren.

Die rein mathematisch definierte Information ist also unabhängig vom Menschen, der diese Information benutzt. Sie stellt ein objektives, absolutes Maß dar – im Gegensatz zum subjektiven, relativen Wert, den eine bestimmte Information für ihren Benutzer hat. Brillouin hält es nicht für ausgeschlossen, daß die Informationstheorie in Zukunft das Problem der Werte wird in Angriff

nehmen können, und sagt: „Damit beschreiten wir das Gebiet der Philosophie. Werden wir einmal in der Lage sein, in dies Gebiet einzudringen und so die Grenzen der Wissenschaft in dieser Richtung zu erweitern?“³⁵

Von einer positiven Beantwortung dieser Frage sind wir heute noch weit entfernt. Zunächst einmal ist es klar, daß es wenig Sinn hat, mit Hilfe noch so ingeniöser Rechenmaschinen menschliche Denkprozesse zu imitieren oder zu erforschen, wenn ihrer Konstruktion die Ausschließung menschlicher Werte und des menschlichen Elements überhaupt zugrunde liegt, wie es bei der Informationstheorie der Fall ist. Heute wird diese Theorie auch in der Biologie angewandt, und die Molekularbiologen sprechen von Informationen, die von Zelle zu Zelle oder von einem Organ an ein anderes weitergegeben werden. Dies bedeutet allerdings noch keine prinzipielle Neuerung, denn die Methodik der heutigen Biologie ist immer noch wesentlich eine physikalisch-chemische, und ihre theoretischen Vorstellungen, z.B. die der modernen Evolutionslehren, beruhen auf mechanistischen Modellen, wie auf der Verbindung der Darwinschen Selektionstheorie, die eine Ausscheidung des Unzweckmäßigen annimmt, mit der Hypothese zufälliger Mutationen. Auch die Biologie hält sich noch immer an das Descartessche Gebot einer völligen Elimination aller Finalität in der Natur – ein unbefriedigender Zustand angesichts der unleugbaren Tatsache, daß zumindest das Denken und Handeln des Menschen von Wertbegriffen und zielgerichteten Bestrebungen bestimmt ist.

Diese grundlegende Tatsache ist es, welche die Hoffnung erweckt, daß eine zukünftige, auf einer neuen, ihr eigenen Begriffswelt basierte Biologie einmal zu einer neuen Vermenschlichung unserer Naturvorstellung führen wird, die auf einer höheren Stufe der Erkenntnis das alte Einheitsideal der Griechen wieder lebendig macht. Wird einmal der ganze Komplex psychophysischer Zusammenhänge tiefer erfaßt werden können? Wird

34 Léon Brillouin, *Science and Information Theory* (New York 1956).

35 A.a.O., p. XI.

man z. B. zu einer *positiven* Deutung der Evolution des Zweckmäßigen gelangen, wenn man den Zeitraum von Hunderten von Jahrillionen in Betracht zieht, der den Tierarten zur Verfügung stand, und sich nicht nur mit Hypothesen über die Ausscheidung des Unzweckmäßigen begnügen? Wird dies vielleicht einer Theorie der selektiven Information gelingen, die annimmt, daß der unbewußte Gestaltungswille einer Gattung einen Einfluß auf ihre Entwicklung hat? Wäre es also denkbar, daß die Organe einer Gattung sich dadurch zu ihrer heutigen Form entwickelt haben, daß in der Folge ungezählter Generationen nur solche Informationen von Zelle zu Zelle weitergegeben wurden, die für das erstrebte Ziel der Gattung von Wert waren, während jede wertlose Information ausgefiltert wurde?

Diese und andere Fragen eines Laien, teils naiv, teils häretisch und jedenfalls metaphysischer Natur, sind schon verschiedentlich gestellt, aber von den Fachleuten noch nicht beantwortet worden. Wolfgang Pauli hat in einem Vortrag über „Die Wissenschaft und das abendländische Denken“³⁶ u. a. einen kurzen Überblick über die Einheitsbestrebungen von Mystikern der Antike und der Neuzeit gegeben, von den Pythagoreern an bis zu Jakob Böhme und den Alchemisten, bei denen es sich, wie Pauli betont, um einen psychophysischen Monismus handelte, um eine auf das Einheitserlebnis gerichtete Einstellung des Menschen zur Natur. Die große Frage bleibt aber, ob die heutige Naturwissenschaft aus sich heraus und mit ihren eigenen Mitteln zu einer solchen Einheit kommen kann. Pauli schließt seinen Vortrag mit folgenden Worten: „Gewarnt durch den Mißerfolg aller verfrühten Einheitsbestrebungen in der Geistesgeschichte, will ich es nicht wagen, über die Zukunft Voraussagen zu machen. Entgegen der Einteilung der Aktivitäten des menschlichen Geistes in getrennte Departemente im 17. Jahrhundert, halte ich aber die Zielvorstellung einer Überwindung der Gegensätze, zu der auch eine sowohl das

36 W. Pauli, *Aufsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie* (Braunschweig 1961), S. 102–112.

rationale Verstehen wie das mystische Einheitserlebnis umfassende Synthese gehört, für den ausgesprochenen oder unausgesprochenen Mythos unserer eigenen, heutigen: a. l.³⁷

Die Sehnsucht nach diesem verlorenen Glauben an die Einheit der Innenwelt des Menschen und der kosmischen Außenwelt wird heute bei vielen Wissenschaftlern wieder wach. Es ist der Glaube, dem Goethe in seinen Zeilen Ausdruck gegeben hat:

„Nichts ist drinnen, nichts ist draußen;
Denn was innen, das ist außen.“³⁸

D

Sambursky S.

34

SAMBURSKY S., *Natur und Geist, Stufen der Entfremdung*: Eranos-Jahrbuch XI-VI 1977 249-285. | La vision du monde née du platonisme et de l'aristotélisme associant nature et esprit domine la philosophie pendant des siècles. Avec Descartes, cette union se rompt et l'on assiste à une montée du matérialisme. Étude de cette dialectique dès le VI^e s. av. J.C. avec Empédocle, Anaxagore, Platon, etc. 11137.

Eranos Jahrbücher

38 note

T 2084

014 116

✓ 6854

37 A.a.O., S. 112.

38 W. v. Goethe, *Epirrhema (Gedichte)*, Insel Verlag, Bd. II, S. 208.