

rowohlt repertoire

Leseprobe aus:

Werner Heisenberg

Das Naturbild der heutigen Physik

Mehr Informationen zum Buch finden Sie auf
www.rowohlt.de/repertoire

INHALTSVERZEICHNIS

ENZYKLOPÄDISCHES STICHWORT

NATUR von ERNESTO GRASSI	133
--------------------------	-----

(Zur vorherigen Lektüre empfohlene Einführung in den Problemkreis, dem das Thema entstammt)

I. DAS NATURBILD DER HEUTIGEN PHYSIK

1. DAS PROBLEM DER NATUR	7
2. DIE TECHNIK	12
3. NATURWISSENSCHAFT ALS TEIL DES WECHSELSPIELES ZWISCHEN MENSCHEN UND NATUR	15

II. ATOMPHYSIK UND KAUSALGESETZ

1. DER BEGRIFF <KAUSALITÄT>	24
2. DIE STATISTISCHE GESETZMÄSSIGKEIT	25
3. STATISTISCHER CHARAKTER DER QUANTENTHEORIE	28
4. GESCHICHTE DER NEUEN ATOMPHYSIK	30
5. RELATIVITÄTSTHEORIE UND DIE AUFLÖSUNG DES DETERMINISMUS	32

III. ÜBER DAS VERHÄLTNIS VON HUMANISTISCHER BILDUNG, NATURWISSENSCHAFT UND ABENDLAND

1. DIE TRADITIONELLEN GRÜNDE DER VERTEIDIGUNG HUMANISTISCHER BILDUNG	36
2. DIE MATHEMATISCHE BESCHREIBUNG DER NATUR	38
3. ATOME UND HUMANISTISCHE BILDUNG	40
4. NATURWISSENSCHAFT UND HUMANISTISCHE BILDUNG	42
5. DER GLAUBE AN UNSERE AUFGABE	44

HISTORISCHE QUELLEN (gesammelt von ERNESTO GRASSI)

I. DIE ANSÄTZE DER NEUZEITLICHEN NATUR- WISSENSCHAFTEN

1. JOHANNES KEPLER (Mysterium cosmographicum)	49
---	----

2. GALILEO GALILEI	59
a) <i>Galileis Selbstverteidigung gegen die Tradition</i> (Galileis Brief an Elia Diodati / Dialog über die beiden haupt-sächlichen Weltsysteme)	61
b) <i>Galileis Entwurf der modernen Naturwissenschaften</i> (Gespräche und mathematische Beweise über zwei neue Wissen-schaften)	74
3. ISAAC NEWTON (Mathematische Prinzipien der Naturlehre)	78
 II. DIE ENTSTEHUNG DES MECHANISTISCHEN UND MATERIALISTISCHEN WELTBILDES	
1. Anwendung der Methode der Newtonschen Mechanik auf weitere Gebiete	86
CHRISTIAN HUYGENS (Abhandlung über das Licht)	86
2. Entstehung des mechanistischen und materialistischen Weltbildes	89
D'ALEMBERT (Einleitung zur Enzyklopädie 1751)	91
DE LA METTRIE (Der Mensch, eine Maschine)	95
WILHELM OSTWALD (Vorlesungen über Naturphilosophie)	97
 III. DIE KRISIS DER MECHANISTISCH-MATERIALISTISCHEN AUFFASSUNG	
1. HEINRICH HERTZ (Einleitung zu: Prinzipien der Mechanik)	112
2. LOUIS DE BROGLIE (Licht und Materie)	115
 ÜBER DEN VERFASSER	139
 LITERATURHINWEISE	142
 NAMEN- UND SACHREGISTER	145

I. DAS NATURBILD DER HEUTIGEN PHYSIK

Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob sich etwa die Stellung des modernen Menschen zur Natur so grundsätzlich von der früherer Zeiten unterscheide, daß schon hierdurch ein völlig verschiedener Ausgangspunkt für jegliche Beziehung zu ihr, beispielsweise für die des Künstlers, gegeben werde. Die Stellung unserer Zeit zur Natur findet dabei kaum wie in früheren Jahrhunderten ihren Ausdruck in einer entwickelten Naturphilosophie, sondern sie wird sicher weitgehend durch die moderne Naturwissenschaft und Technik bestimmt. Daher liegt es nicht nur für den Naturforscher nahe, nach dem Naturbild der heutigen Naturwissenschaft, insbesondere der modernen Physik zu fragen. Freilich muß hier gleich zu Anfang ein Vorbehalt gemacht werden: Es besteht kaum Anlaß zu glauben, daß das Weltbild der heutigen Naturwissenschaft unmittelbar die Auseinandersetzungen — etwa des modernen Künstlers — mit der Natur beeinflußt habe; wohl aber kann angenommen werden, daß die Veränderungen in den Grundlagen der modernen Naturwissenschaft ein Anzeichen sind für tiefgehende Veränderungen in den Fundamenten unseres Daseins, die ihrerseits sicher auch Rückwirkungen in allen anderen Lebensbereichen hervorrufen. Unter diesem Gesichtspunkt kann es auch für den Menschen, der schöpferisch oder deutend in das Wesen der Natur einzudringen versucht, wichtig sein zu fragen, welche Veränderungen sich in den letzten Jahrzehnten im Naturbild der Naturwissenschaften vollzogen haben.

1. DAS PROBLEM DER NATUR

Veränderungen in der Stellung des Forschers zur Natur

Wenden wir zunächst den Blick zurück zu den geschichtlichen Wurzeln der neuzeitlichen Naturwissenschaft. Als diese Wissenschaft im 17. Jahrhundert durch KEPLER, GALILEI und NEWTON begründet wurde, stand am Anfang noch das mittelalterliche Naturbild, das in der Natur zunächst das von Gott Erschaffene erblickt. Die Natur wurde als das Werk Gottes gedacht, und es wäre den Menschen jener Zeit sinnlos erschienen, nach der materiellen Welt unabhängig von Gott zu fragen. Als ein Dokument jener Zeit möchte ich die Worte zitieren, mit denen KEPLER den letzten Band seiner ‹Kosmischen Harmonie› abgeschlossen hat: ‹Dir sage ich Dank, Herrgott, unser Schöpfer, daß Du mich die Schönheit schauen läßt in Deinem

Schöpfungswerk, und mit den Werken Deiner Hände frohlocke ich. Siehe, hier habe ich das Werk vollendet, zu dem ich mich berufen fühlte; ich habe mit dem Talent gewuchert, das Du mir gegeben hast; ich habe die Herrlichkeit Deiner Werke den Menschen verkündet, welche diese Beweisgänge lesen werden, soviel ich in der Beschränktheit meines Geistes davon fassen konnte.›

Aber schon in dem Lauf weniger Jahrzehnte hat sich dann die Stellung der Menschen zur Natur grundsätzlich geändert. In dem Maß, in dem der Forscher sich in die Einzelheiten der Naturvorgänge vertiefte, erkannte er, daß man in der Tat, wie GALILEI es begonnen hatte, einzelne Naturvorgänge aus dem Zusammenhang herauslösen, mathematisch beschreiben und damit «erklären» kann. Dabei wurde ihm allerdings auch deutlich, welche unendliche Aufgabe der beginnenden Naturwissenschaft hierdurch gestellt wird. Schon für NEWTON war daher die Welt nicht mehr einfach das nur im Ganzen zu verstehende Werk Gottes. Seine Stellung zur Natur wird am deutlichsten umschrieben durch seinen bekannten Ausspruch, daß er sich vorkomme wie ein Kind, das am Meeresstrand spielt und sich freut, wenn es dann und wann einen glatteren Kiesel oder eine schönere Muschel als gewöhnlich findet, während der große Ozean der Wahrheit unerforscht vor ihm liegt. Man kann diese Veränderung in der Stellung des Forschers zur Natur vielleicht dadurch verständlich machen, daß in der Entwicklung des christlichen Denkens in jener Epoche Gott so hoch über die Erde in den Himmel entrückt schien, daß es sinnvoll wurde, die Erde auch unabhängig von Gott zu betrachten. Insofern mag es sogar berechtigt sein, bei der neuzeitlichen Naturwissenschaft – wie es bei KAMLAH anklingt – von einer spezifisch christlichen Form der Gottlosigkeit zu sprechen und damit verständlich zu machen, warum sich eine entsprechende Entwicklung in anderen Kulturkreisen nicht vollzogen hat. Es ist daher wohl auch kein Zufall, daß eben um jene Zeit in der bildenden Kunst die Natur für sich Gegenstand der Darstellung wird, unabhängig vom religiösen Thema. Für die Naturwissenschaft entspricht es auch ganz dieser Tendenz, wenn die Natur nicht nur unabhängig von Gott, sondern auch unabhängig vom Menschen betrachtet wird, so daß sich das Ideal einer «objektiven» Naturbeschreibung oder Naturerklärung bildet. Immerhin muß hervorgehoben werden, daß auch für NEWTON die Muschel deswegen wichtig ist, weil sie aus dem großen Ozean der Wahrheit stammt, ihre Beobachtung ist noch nicht Selbstzweck, sondern ihr Studium erhält seinen Sinn durch den Zusammenhang des Ganzen.

Die Folgezeit hat die Methode der Newtonschen Mechanik auf immer weitere Bereiche der Natur erfolgreich angewandt. Sie hat versucht, Einzelheiten im Naturgeschehen durch Experimente herauszuschälen, objektiv zu beobachten und in ihrer Gesetzmäßigkeit zu verstehen; sie hat danach gestrebt, die Zusammenhänge mathematisch zu formulieren und damit zu ‹Gesetzen› zu kommen, die im ganzen Kosmos uneingeschränkt gelten, und es ist ihr schließlich dadurch möglich geworden, die Kräfte der Natur in der Technik unseren Zwecken dienstbar zu machen. Die großartige Entwicklung der Mechanik im 18., der Optik, der Wärmetechnik und Wärmelehre im beginnenden 19. Jahrhundert legt Zeugnis ab von der Kraft dieses Ansatzes.

Wandlungen in der Bedeutung des Wortes ‹Natur›

In dem Maße, in dem solche Art der Naturwissenschaft erfolgreich war, erweiterte sie sich auch über den Bereich der täglichen Erfahrung hinaus in entlegene Gebiete der Natur, die erst durch die im Zusammenhang mit der Naturwissenschaft sich entwickelnde Technik erschlossen werden konnten. Auch bei NEWTON war der entscheidende Schritt die Erkenntnis gewesen, daß die Gesetze der Mechanik, die das Fallen eines Steins beherrschen, auch die Bewegungen des Mondes um die Erde bestimmen, daß sie also auch in kosmischen Dimensionen angewendet werden können. In der Folgezeit trat die Naturwissenschaft dann in breiter Form ihren Siegeszug an in diese entlegenen Bereiche der Natur, von denen wir nur auf dem Umweg über die Technik, d. h. über mehr oder weniger komplizierte Apparate, Kunde erlangen können. Die Astronomie bemächtigte sich durch die verbesserten Fernrohre immer weiterer kosmischer Räume, die Chemie versuchte aus dem Verhalten der Stoffe bei chemischen Umsetzungen die Vorgänge in atomaren Dimensionen zu erschließen, Experimente mit der Induktionsmaschine und der Volotaschen Säule gaben den ersten Einblick in die dem täglichen Leben jener Zeit noch verborgenen elektrischen Erscheinungen. So verwandelte sich allmählich die Bedeutung des Wortes ‹Natur› als Forschungsgegenstand der Naturwissenschaft; es wurde zu einem Sammelbegriff für alle jene Erfahrungsbereiche, in die der Mensch mit den Mitteln der Naturwissenschaft und Technik eindringen kann, unabhängig davon, ob sie ihm in der unmittelbaren Erfahrung als ‹Natur› gegeben sind. Auch das Wort Natur-*Beschreibung* verlor mehr und mehr seine ursprüngliche Bedeutung als Darstellung, die ein mög-

lichst lebendiges, sinnfälliges Bild der Natur vermitteln sollte; vielmehr wurde in steigendem Maße die mathematische Beschreibung der Natur gemeint, d. h. eine möglichst präzise, kurze, aber umfassende Sammlung von Informationen über die gesetzmäßigen Zusammenhänge in der Natur.

Die Erweiterung des Naturbegriffs, die mit dieser Entwicklung halb unbewußt vollzogen wurde, brauchte auch noch nicht als ein grundsätzliches Abgehen von den ursprünglichen Zielen der Naturwissenschaft aufgefaßt zu werden; denn die entscheidenden Grundbegriffe waren für die erweiterte Erfahrung noch die gleichen wie für die natürliche Erfahrung, die Natur erschien dem 19. Jahrhundert als ein gesetzmäßiger Ablauf in Raum und Zeit, bei dessen Beschreibung vom Menschen und seinem Eingriff in die Natur wenn nicht praktisch, so doch grundsätzlich abgesehen werden kann.

Als das Bleibende im Wandel der Erscheinungen wurde dabei die in ihrer Masse unveränderliche Materie betrachtet, die durch Kräfte bewegt werden kann. Da die chemischen Erfahrungen seit dem 18. Jahrhundert durch die aus dem Altertum übernommene Atomhypothese erfolgreich geordnet und gedeutet wurden, lag es nahe, im Sinne der antiken Naturphilosophie die Atome als das eigentlich Seiende, als die unveränderlichen Bausteine der Materie anzusehen. Wie schon in der Philosophie des DEMOKRIT erschienen damit die sinnlichen Qualitäten der Materie als Schein; Geruch oder Farbe, Temperatur oder Zähigkeit waren nicht eigentlich Eigenchaften der Materie, sondern entstanden als Wechselwirkungen zwischen der Materie und unseren Sinnen und mußten durch die Anordnung und Bewegung der Atome und durch die Wirkung dieser Anordnung auf unsere Sinne erklärt werden. So ergab sich das allzu einfache Weltbild des Materialismus des 19. Jahrhunderts: Die Atome als das eigentlich unveränderlich Seiende bewegen sich im Raum in der Zeit, und durch ihre gegenseitige Anordnung und Bewegung rufen sie die bunten Erscheinungen unserer Sinnenwelt hervor.

Die Krisis der materialistischen Auffassung

Ein erster, wenn auch noch nicht allzu gefährlicher Einbruch in dieses Weltbild geschah in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts durch die Entwicklung der Elektrizitätslehre, in der nicht die Materie, sondern das Kraftfeld als das eigentlich Wirkliche gelten mußte. Ein Wechselspiel zwischen Kraftfeldern ohne eine Substanz als Träger der Kräfte war weniger leicht verständlich als die mate-

rialistische Realitätsvorstellung der Atomphysik und brachte ein Element von Abstraktheit und Unanschaulichkeit in das sonst scheinbar so einleuchtende Weltbild. Daher hat es nicht an Versuchen gefehlt, auf dem Umweg über einen materiellen Äther, der diese Kraftfelder als elastische Verspannung tragen sollte, wieder zu dem einfachen Materiebegriff der materialistischen Philosophie zurückzukehren; jedoch hatten solche Versuche keinen rechten Erfolg. Immerhin konnte man sich damit trösten, daß auch die Veränderungen der Kraftfelder als Vorgänge in Raum und Zeit gelten konnten, die sich ganz objektiv, d. h. ohne Bezugnahme auf die Art ihrer Beobachtung, beschreiben lassen und die daher dem allgemein akzeptierten Idealbild eines gesetzmäßigen Ablaufs in Raum und Zeit entsprachen. Man konnte ferner die Kraftfelder, die ja nur in ihrer Wechselwirkung mit den Atomen beobachtet werden konnten, als von den Atomen hervorgerufen auffassen und sie gewissermaßen nur zur Erklärung der Bewegung der Atome benutzen. Insofern blieben dann also doch die Atome das eigentlich Seiende, zwischen ihnen der leere Raum, der höchstens als Träger der Kraftfelder und der Geometrie eine gewisse Art von Wirklichkeit besitzt.

Für dieses Weltbild war es auch nicht allzu bedeutsam, daß nach der Entdeckung der Radioaktivität gegen Ende des letzten Jahrhunderts die Atome der Chemie nicht mehr als die letzten unteilbaren Bausteine der Materie aufgefaßt werden konnten, daß diese vielmehr wieder aus drei Sorten von Grundbausteinen zusammengesetzt sind, die wir heute Protonen, Neutronen und Elektronen nennen. Diese Erkenntnis hat in ihren praktischen Konsequenzen zur Umwandlung der Elemente und zur Atomtechnik geführt und ist insofern ungeheuer wichtig geworden. Für die prinzipiellen Fragen aber ändert sich nichts, wenn wir nun Protonen, Neutronen und Elektronen als die kleinsten Bausteine der Materie erkannt haben und als das eigentlich Seiende interpretieren. Wichtig für das materialistische Weltbild ist nur die Möglichkeit, diese kleinsten Bausteine der Elementarteilchen als die letzte objektive Realität zu betrachten. Auf dieser Grundlage also ruhte das festgefügte Weltbild des 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts, und es hat dank seiner Einfachheit eine Reihe von Jahrzehnten seine volle Überzeugungskraft bewahrt.

Aber eben an dieser Stelle haben sich dann in unserem Jahrhundert tiefgreifende Veränderungen in den Grundlagen der Atomphysik vollzogen, die von der Wirklichkeitsauffassung der antiken Atomphilosophie wegführen. Es hat sich herausgestellt, daß jene

erhoffte objektive Realität der Elementarteilchen eine zu grobe Vereinfachung des wirklichen Sachverhalts darstellt und viel abstrakteren Vorstellungen weichen muß. Wenn wir uns ein Bild von der Art der Elementarteilchen machen wollen, können wir nämlich grundsätzlich nicht mehr von den physikalischen Prozessen abssehen, durch die wir von ihnen Kunde erlangen. Wenn wir Gegenstände unserer täglichen Erfahrung beobachten, spielt ja der physikalische Prozeß, der die Beobachtung vermittelt, nur eine untergeordnete Rolle. Bei den kleinsten Bausteinen der Materie aber bewirkt jeder Beobachtungsvorgang eine grobe Störung; man kann gar nicht mehr vom Verhalten des Teilchens losgelöst vom Beobachtungsvorgang sprechen. Dies hat schließlich zur Folge, daß die Naturgesetze, die wir in der Quantentheorie mathematisch formulieren, nicht mehr von den Elementarteilchen an sich handeln, sondern von unserer Kenntnis der Elementarteilchen. Die Frage, ob diese Teilchen «an sich» in Raum und Zeit existieren, kann in dieser Form also nicht mehr gestellt werden, da wir stets nur über die Vorgänge sprechen können, die sich abspielen, wenn durch die Wechselwirkung des Elementarteilchens mit irgendwelchen anderen physikalischen Systemen, z. B. den Meßapparaten, das Verhalten des Teilchens erschlossen werden soll. Die Vorstellung von der objektiven Realität der Elementarteilchen hat sich also in einer merkwürdigen Weise verflüchtigt, nicht in den Nebel irgendeiner neuen, unklaren oder noch unverstandenen Wirklichkeitsvorstellung, sondern in die durchsichtige Klarheit einer Mathematik, die nicht mehr das Verhalten des Elementarteilchens, sondern unsere Kenntnis dieses Verhaltens darstellt. Der Atomphysiker hat sich damit abfinden müssen, daß seine Wissenschaft nur ein Glied ist in der endlosen Kette der Auseinandersetzungen des Menschen mit der Natur, daß sie aber nicht einfach von der Natur «an sich» sprechen kann. Die Naturwissenschaft setzt den Menschen immer schon voraus, und wir müssen uns, wie BOHR es ausgedrückt hat, dessen bewußt werden, daß wir nicht nur Zuschauer, sondern stets auch Mitspielende im Schauspiel des Lebens sind.

2. DIE TECHNIK

Wechselwirkung zwischen Technik und Naturwissenschaft

Bevor nun über allgemeine Folgerungen aus dieser neuen Situation in der modernen Physik gesprochen werden kann, soll noch die

für das praktische Leben auf der Erde wichtigere und mit der Entwicklung der Naturwissenschaft Hand in Hand gehende Ausbreitung der Technik erörtert werden; erst diese Technik hat ja die Naturwissenschaft, vom Abendland ausgehend, über die ganze Erde verbreitet und ihr zu einer zentralen Stelle im Denken unserer Zeit verholfen. In diesem Entwicklungsprozeß der letzten 200 Jahre ist die Technik immer wieder Voraussetzung und Folge der Naturwissenschaft gewesen. Sie ist die Voraussetzung, da eine Erweiterung und Vertiefung der Naturwissenschaft oft nur durch eine Verfeinerung der Beobachtungsmittel zustande kommen kann; es sei an die Erfindung des Fernrohrs und des Mikroskops oder an die Entdeckung der Röntgenstrahlen erinnert. Technik ist andererseits die Folge der Naturwissenschaft, da die technische Ausnutzung der Naturkräfte im allgemeinen erst auf Grund einer eingehenden Kenntnis des betreffenden Erfahrungsbereichs möglich wird.

So hat sich zunächst im 18. und beginnenden 19. Jahrhundert eine Technik entwickelt, die auf der Ausnutzung mechanischer Vorgänge beruht. Hier ahmt die Maschine oft nur die Tätigkeit der Hand des Menschen nach, ob es sich etwa um das Spinnen und Weben, um das Heben von Lasten oder um das Schmieden großer Eisenstücke handelt. Daher ist diese Form der Technik zunächst als Fortsetzung und Erweiterung des alten Handwerks empfunden worden; sie erschien dem Außenstehenden in der gleichen Weise verständlich und einleuchtend wie das alte Handwerk selbst, dessen Grundlagen jeder kannte, auch wenn er die Handgriffe im einzelnen nicht nachmachen konnte. Dieser Charakter der Technik wurde auch durch die Einführung der Dampfmaschine noch nicht grundsätzlich geändert; wohl aber nahm von diesem Zeitpunkt an die Ausdehnung der Technik in einem früher nicht bekannten Maße zu, denn nun konnten die in der Kohle aufgespeicherten Naturkräfte in den Dienst des Menschen gestellt werden und seine bisherige Handarbeit verrichten.

Eine entscheidende Veränderung im Charakter der Technik aber hat sich wohl erst mit der Entwicklung der Elektrotechnik in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts vollzogen. Hier war von einer unmittelbaren Verbindung mit dem alten Handwerk kaum mehr die Rede. Es handelte sich vielmehr nur noch um die Ausnutzung von Naturkräften, die dem Menschen aus unmittelbarer Erfahrung in der Natur kaum bekannt waren. Daher hat die Elektrotechnik für viele Menschen selbst heute noch etwas Unheimliches; zum mindesten empfindet man sie häufig als unverständ-

lich, obwohl sie uns überall umgibt. Die Hochspannungsleitung, der man sich nicht nähern darf, gibt uns zwar einen gewissen Anschauungsunterricht über den Begriff des Kraftfeldes, den die Naturwissenschaft hier verwendet, aber im Grund bleibt uns dieser Bereich der Natur fremd. Der Blick in das Innere eines komplizierten elektrischen Apparates ist uns manchmal in ähnlicher Weise unangenehm wie das Zusehen bei einem chirurgischen Eingriff.

Die chemische Technik könnte wieder als Fortsetzung alter Handwerkszweige angesehen werden; man denke etwa an Färberei, Gärberie und Apotheke. Aber auch hier läßt das Ausmaß der etwa seit der Jahrhundertwende neu entwickelten chemischen Technik keinen Vergleich mit den früheren Zuständen mehr zu. In der Atomtechnik schließlich handelt es sich ganz um die Ausnutzung von Naturkräften, zu denen jeder Zugang aus der Welt der natürlichen Erfahrung fehlt. Zwar wird uns vielleicht auch diese Technik schließlich ebenso geläufig werden wie dem modernen Menschen die Elektrotechnik, die aus seiner unmittelbaren Umwelt gar nicht mehr weggedacht werden kann. Aber auch die Dinge, die uns täglich umgeben, werden dadurch *noch nicht zu einem Stück der Natur* im ursprünglichen Sinne des Wortes. Vielleicht werden später die vielen technischen Apparate ebenso unvermeidlich zum Menschen gehören wie das Schneckenhaus zur Schnecke oder das Netz zur Spinne. *Aber auch dann wären die Apparate eher Teile unseres menschlichen Organismus* als Teile der uns umgebenden Natur.

Eingriff der Technik in das Verhältnis der Natur zum Menschen

Dabei greift die Technik tief in das Verhältnis der Natur zum Menschen dadurch ein, daß sie seine Umwelt im großen Maßstab verwandelt und ihm damit den naturwissenschaftlichen Aspekt der Welt unablässig und unentzinnbar vor Augen führt. Der Anspruch der Naturwissenschaft, in den ganzen Kosmos mit einer Methode hinausgreifen zu können, die jeweils das Einzelne aussondert und durchleuchtet und so von Zusammenhang zu Zusammenhang fortschreitet, spiegelt sich in der Technik, die Schritt für Schritt in immer neue Gebiete vordringt, unsere Umwelt vor unseren Augen verwandelt und ihr damit unser Bild aufprägt. So wie sich in der Naturwissenschaft jede Einzelfrage der großen Aufgabe unterordnet, die Natur im Ganzen zu verstehen, so dient auch jeder kleinste technische Fortschritt dem allgemeinen Ziel, die materielle

Macht des Menschen zu erweitern. Der Wert dieses Ziels wird ebensowenig in Frage gestellt wie in der Naturwissenschaft der Wert der Naturerkenntnis, und beide Ziele fließen in eines zusammen in dem banalen Schlagwort ‹Wissen ist Macht›. Obwohl die Unterordnung unter das gemeinsame Ziel wohl für jeden einzelnen technischen Vorgang nachgewiesen werden kann, so ist es doch auch wieder charakteristisch für die ganze Entwicklung, daß der technische Einzelprozeß oft nur so indirekt mit dem Gesamtziel verbunden ist, daß man ihn kaum mehr als Teil eines bewußten Planes zur Erreichung dieses Ziels ansehen kann. An solchen Stellen erscheint dann die Technik fast nicht mehr als das Produkt bewußter menschlicher Bemühung um die Ausbreitung der materiellen Macht, sondern eher als ein biologischer Vorgang im Großen, bei dem die im menschlichen Organismus angelegten Strukturen in immer weiterem Maße auf die Umwelt des Menschen übertragen werden; ein biologischer Vorgang also, der eben als solcher der Kontrolle durch den Menschen entzogen ist; denn ‹der Mensch kann zwar tun, was er will, aber er kann nicht wollen, was er will›.

3. NATURWISSENSCHAFT ALS TEIL DES WECHSELSPIELES ZWISCHEN MENSCH UND NATUR

Technik und Veränderungen der Lebensweisen

In diesem Zusammenhang ist oft gesagt worden, daß die tiefgreifende Veränderung unserer Umwelt und unserer Lebensweise im technischen Zeitalter auch unser Denken in einer gefährlichen Weise umgestaltet habe und daß hier die Wurzel der Krisen zu suchen sei, von denen unsere Zeit erschüttert werde und die sich z. B. auch in der modernen Kunst äußern. Dieser Einwand ist nun freilich viel älter als Technik und Naturwissenschaft der Neuzeit; denn Technik und Maschinen hat es in primitiver Form schon viel früher gegeben, so daß die Menschen schon längst vergangener Zeiten gezwungen waren, über solche Fragen nachzudenken. Vor zweieinhalb Jahrtausenden hat z. B. der chinesische Weise DSCHUANG DSI schon von den Gefahren des Maschinengebrauchs für den Menschen gesprochen, und ich möchte hier eine Stelle aus seinen Schriften anführen, die für unser Thema wichtig ist:

„Als Dsi Gung durch die Gegend nördlich des Han-Flusses kam, sah er einen alten Mann, der in seinem Gemüsegarten beschäftigt war. Er hatte Gräben gezogen zur Bewässerung. Er stieg selbst in

den Brunnen hinunter und brachte in seinen Armen ein Gefäß voll Wasser herauf, das er ausgoß. Er mühte sich aufs äußerste ab und brachte doch wenig zustande.

Dsi Gung sprach: Da gibt es eine Einrichtung, mit der man an einem Tag hundert Gräben bewässern kann. Mit wenig Mühe wird viel erreicht. Möchtest Ihr die nicht anwenden? Der Gärtner richtete sich auf, sah ihn an und sprach: Und was wäre das?

Dsi Gung sprach: Man nimmt einen hölzernen Hebelarm, der hinten beschwert und vorne leicht ist. Auf diese Weise kann man das Wasser schöpfen, daß es nur so sprudelt. Man nennt das einen Ziehbrunnen.

Da stieg dem Alten der Ärger ins Gesicht, und er sagte lachend: Ich habe meinen Lehrer sagen hören: Wenn einer Maschinen benutzt, so betreibt er alle seine Geschäfte maschinenmäßig; wer seine Geschäfte maschinenmäßig betreibt, der bekommt ein Maschinenherz. Wenn einer aber ein Maschinenherz in der Brust hat, dem geht die reine Einfalt verloren. Bei wem die reine Einfalt hin ist, der wird ungewiß in den Regungen seines Geistes. Ungewißheit in den Regungen des Geistes ist etwas, das sich mit dem wahren Sinn nicht verträgt. Nicht daß ich solche Dinge nicht kannte, ich schäme mich, sie anzuwenden.»

Daß diese alte Erzählung einen erheblichen Teil der Wahrheit enthält, wird jeder von uns empfinden; denn ‹Ungewißheit in den Regungen des Geistes› ist vielleicht eine der treffendsten Beschreibungen, die wir dem Zustand der Menschen in unserer heutigen Krise geben können: Die Technik, die Maschine hat sich in einem Ausmaß über die Welt ausgebreitet, von der jener chinesische Weise nichts ahnen konnte, und doch sind auch zweitausend Jahre später noch die schönsten Kunstwerke auf der Erde entstanden, und die Einfalt der Seele, von der der Philosoph spricht, ist nie ganz verlorengegangen, sondern im Laufe der Jahrhunderte bald schwächer, bald stärker in Erscheinung getreten und immer wieder fruchtbar geworden. Schließlich hat sich der Aufstieg des Menschengeschlechts ja doch durch die Entwicklung der Werkzeuge vollzogen; es kann also die Technik jedenfalls nicht an sich schon die Ursache dafür sein, daß in unserer Zeit das Bewußtsein des Zusammenhangs an vielen Stellen verlorengegangen ist.

Man wird der Wahrheit vielleicht näherkommen, wenn man die plötzliche und — gemessen an früheren Veränderungen — ungewöhnlich schnelle Ausbreitung der Technik in den letzten fünfzig Jahren für viele Schwierigkeiten verantwortlich macht, da diese