

# Otto Spülbeck

## Grenzfragen

### zwischen Naturwissenschaft und Glaube

Otto Spülbeck:

Grenzfragen zwischen Naturwissenschaft und Glaube

Der Abbau der klassischen Physik  
und der Aufbau neuer Begrifflichkeiten

Kausalität und Atomphysik

Die Welt der Sterne

Die Begegnung von Naturwissenschaft und Theologie

Zum Stammbaum-Problem der Biologie

Der biologisch manipulierte Mensch

Zum Schöpfungsbericht der Bibel

Ars sacra · Reihe «leben und glauben»

Redemptoristen  
Grenzgebiete  
der Wissenschaft  
\* Österr. Provinz \*

Th 37

⊕

1941

Reihe «leben und glauben»  
herausgegeben von Otto Karrer  
und Bernhard Häring

Otto Spülbeck  
Grenzfragen zwischen  
Naturwissenschaft und Glaube

VERLAG ARS SACRA · MÜNCHEN



1988. 3782  
(B 6253)

MIT KIRCHLICHER DRUCKERLAUBNIS  
© 1970 BY VERLAG ARS SACRA JOSEPH MUELLER - MUNICH

*Weltoffenheit war dem Christen immer zu eigen wie auch Weltflucht. Die Umwertung der Werte, die das Christentum vollzog, gab Freiheit und Gebundenheit, erzeugte ausuferndes Forschen und Grübeln, wie auch ängstliches Beharren und unerlaubtes Festhalten. Die Extreme berühren sich. Ein so freier Geist wie Nikolaus von Cues belebt heute noch unser Denken. Doch war er als Fürstbischof von Brixen so sehr Kind seiner Zeit, daß er mit Kanonen gegen ein adliges Nonnenstift vorging. Die Scholastik und ihre Lehrmethode haben das Feld beherrscht und doch Raum für zukunftssträchtige Gedankensysteme gegeben.*

*Es ist die Aufgabe jeder Generation, Glauben und Leben in eins zu setzen, und zwar als Menschen ihrer Zeit. Für jede Zeitperiode gibt es neue Schwierigkeiten, Spannungen und Hemmungen. Aber immer aufs neue muß der Horizont geöffnet und die Gegenwart ins gläubige Denken heimgeholt werden nach dem Wort des heiligen Paulus: «Alles ist euer, ihr aber gehört Christus» (1 Kor 3, 21.23).*



1988. 3782  
(66253)

MIT KIRCHLICHER DRUCKERLAUBNIS  
© 1970 BY VERIAG ARS SACRA JOSEPH MUELLER - MUNICH

*Weltoffenheit war dem Christen immer zu eigen wie auch Weltflucht. Die Umwertung der Werte, die das Christentum vollzog, gab Freiheit und Gebundenheit, erzeugte ausuferndes Forschen und Grübeln, wie auch ängstliches Beharren und unerlaubtes Festhalten. Die Extreme berühren sich. Ein so freier Geist wie Nikolaus von Cues belebt heute noch unser Denken. Doch war er als Fürstbischof von Brixen so sehr Kind seiner Zeit, daß er mit Kanonen gegen ein adliges Nonnenstift vorging. Die Scholastik und ihre Lehrmethode haben das Feld beherrscht und doch Raum für zukunftssträchtige Gedankensysteme gegeben.*

*Es ist die Aufgabe jeder Generation, Glauben und Leben in eins zu setzen, und zwar als Menschen ihrer Zeit. Für jede Zeitperiode gibt es neue Schwierigkeiten, Spannungen und Hemmungen. Aber immer aufs neue muß der Horizont geöffnet und die Gegenwart ins gläubige Denken heimgeholt werden nach dem Wort des heiligen Paulus: «Alles ist euer, ihr aber gehört Christus» (1 Kor 3, 21.23).*

*So wollen wir auf dem Gebiet der Naturwissenschaft einen Überblick geben und versuchen, als christliche Menschen von heute die Einheit von Glauben und Leben darzustellen.*

*Die Naturwissenschaft umfaßt ein reich gegliedertes Lehrgebäude. Wir beginnen mit den nächstliegenden Voraussetzungen, die nicht übergangen werden können, mit den toten Körpern, ihren Gesetzlichkeiten und ihren ungelösten Problemen; die Sternenwelt legt uns neue Fragen von höchster Brisanz vor. Das eigentliche Anliegen – Glauben und Wissen – soll ausführlich besprochen werden. Abstammungsfragen und Schöpfungsbericht der Bibel mögen den Ausklang bringen. Die Darstellung lehnt sich an mein Buch «Der Christ und das Weltbild der modernen Naturwissenschaften» (Berlin 1962) an, führt die Fragen jedoch weiter fort.*

Otto Spülbeck

## 1. Kapitel

# DER ABBAU DER KLASSISCHEN PHYSIK UND DER AUFBAU NEUER BEGRIFFLICHKEITEN

Ernst Zimmer hat seinem in vielen Auflagen erschienenen, sehr guten Buch den Titel gegeben: Umsturz im Weltbild der Physik. Dem äußerlichen Betrachter scheinen solche Darlegungen revolutionär zu sein. In Wirklichkeit werden die neuen Erkenntnisse, Lösungen und Fragestellungen nicht durch einen plötzlichen Einbruch oder eine Katastrophe herbeigeführt, sondern sie werden beim Durchdenken und Durchrechnen der Probleme uns aufgezwungen. Mit Widerstreben und langem Zögern entschließt man sich, gesicherte Ufer zu verlassen und Unge-  
wißheiten einzutauschen. Max Planck hat jahrelang die Folgen seiner großen Entdeckung nicht akzeptieren wollen. Daher schreibt Prof. Heisenberg mit Recht in seinen «Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft»: «Die modernen Theorien sind nicht aus revolutionären Ideen entstanden, die sozusagen von außen her in die exakte Naturwissenschaft hineingebracht wurden; sie sind der Forschung vielmehr bei dem Versuch, das Programm der klassischen Physik konsequent zu Ende zu führen, durch die Natur aufgezwungen worden.»

## KLASSISCHE PHYSIK

Hier sind zwei Namen zu nennen, die mit dem mechanistischen Weltbild der Vergangenheit untrennbar verbunden sind. Der französische Mathematiker und Physiker Laplace, der Ende des 18. Jahrhunderts seine berühmte Beschreibung der strengen Gesetzmäßigkeit in allen physikalischen Vorgängen veröffentlichte: «Ein Geist, der für einen Augenblick alle Kräfte könnte, welche die Natur beleben, und die gegenseitige Lage aller Wesenheiten wüßte, aus denen sie besteht, müßte, wenn sein Geist umfassend genug wäre, um alle diese Daten der mathematischen Analyse unterwerfen zu können, in derselben Formel die Bewegung der größten Himmelskörper und des leichtesten Atoms begreifen; nichts wäre ungewiß für ihn, und die Zukunft und Vergangenheit lägen seinen Augen offen dar.»<sup>1</sup>

Der englische Physiker Isaak Newton faßt die Gesamterscheinungen der unbelebten Natur in wenige Begriffe zusammen: Masse, Trägheit, Körper, Impuls und Energie, und spricht diese Eigenschaften der Wirklichkeit in vier Grundsätzen aus:

1. Es gibt ewige, unveränderliche Naturgesetze, nach denen alle Vorgänge in der Welt sich abspielen: Strenger *Determinismus* (siehe Laplace).

<sup>1</sup> Anmerkungen siehe Seite 181 ff

2. Es gibt feste, genau umgrenzte Substanzen, Körper, Massenpunkte, die unabhängig von Raum und Zeit existieren: *Gesetz der Erhaltung der Masse*.

3. Es gibt Energien in den Körpern, die austauschbar sind und umgewandelt werden können. Keine Energie geht verloren; sie wird höchstens entwertet und ist irreversibel: *Gesetz der Erhaltung der Energie*.

4. Die Einwirkung der Kräfte auf die Körper geht stetig, in unendlich kleinen Schritten vor sich, wenn es auch Fernkräfte sind wie bei den Himmelskörpern, wo Trägheit und Gravitation die entscheidende Rolle spielen. Es gibt bei dieser Einwirkung der Kräfte keine Sprünge. Daher die *mathematische Methode der Differential- und Integralrechnung*.

Wir wollen versuchen, in Kürze den Abbau der klassischen Physik darzustellen und den Weg zu zeichnen, der zur modernen Atomphysik hinführt. Er beginnt mit den Arbeiten von Becquerel und dem Ehepaar Curie am Ende des vergangenen Jahrhunderts, die die Vorstellung vom unteilbaren Atom zerstört haben. Ihre Beobachtungen des radioaktiven Zerfalls haben das Tor zu der Erkenntnis geöffnet, daß das Atom aus vielerlei Teilen besteht: Elektronen, Protonen, Neutronen, Mesonen, Neutrinos, Positronen und Photonen. Die Zahl neu entdeckter Elementarteilchen wächst noch ständig. Dies alles hat das Gebäude der klassischen mechanistischen Physik erschüttert.

Der Begriff der Substanz als eines unveränderlichen starren Massenpunktes mußte auf Grund der Erkenntnis des Zusammenhangs von Energie und Masse aufgegeben

werden. Einstein hat sie in der Formel ausgedrückt:  $E = m \times c^2$ . Die Energie setzt sich in Masse um, und die Masse kann in Energie zerstrahlen. Wir kennen die schreckliche Wirkung der Atombombe, bei der nur ein Wenig an Masse sich in Energie «verwandelt».

Die Physik der Atome hat außerdem gezeigt, daß die verschiedenartigen Körper letztlich qualitativ gleich sind. Es gibt nur quantitative Unterschiede, und zwar in der Zahl der Protonen, Neutronen und Elektronen, aus denen die einzelnen Atomarten bestehen. So weist He-Helium 2 Protonen, 2 Elektronen und 2 Neutronen auf, während Fe-Eisen sich aus 26 Protonen, 26 Elektronen und 30 Neutronen zusammensetzt.

Das Gesetz der Erhaltung der Energie mußte ebenso modifiziert werden, weil Energie sich in Masse umwandeln und umgekehrt Masse in Energie zerstrahlen kann.

Vor allem konnte Planck mit seiner entscheidenden Entdeckung im Dezember des Jahres 1900 nachweisen, daß die Stetigkeit der Vorgänge bei Energieübertragungen nur im Großen gegeben ist, nicht aber in der Mikrowelt. Der Energieaustausch ist unstetig, sprunghaft; er ist «gequantelt». Wir haben alle von der Bedeutung des Planckschen Wirkungsquantums  $h$ , das zu einer Urkonstante geworden ist, gehört. Dieses Wirkungsquant hat die Größe von  $6,55 \times 10^{-27} \text{ erg} \times \text{Sekunde}$  oder  $6,55 \times 10^{-34} \text{ Watt} \times \text{Sekunde}$ .

All dem vorausgegangen war der Zweifel an der Wirksamkeit «unveränderlicher» Naturgesetze. Man hatte schon im 19. Jahrhundert erkannt, daß die Gesetze, mit denen der Physiker arbeitet, statistischen Charakter haben, daß sie Gesetze «der großen Zahlen» sind. Das, was sich uns sichtbar dokumentiert, ist nur das Durchschnittsverhalten der Billionen von Wirkungen, die die

einzelnen Atome verursachen. Es könnte sogar ein unwahrscheinlicher Zustand bei einem Vorgang eintreten, wenn jedes Einzelatom etwa gegen die Schwerkraft eine Wirkung ausüben würde. Es schiene das Naturgesetz aufgehoben zu sein, wenn wir sähen, daß durch ebendiesen unwahrscheinlichen Druck der Atome ein Stein sich zehn Meter über den Boden gegen die Schwerkraft erhebt. Eddington hat einmal gesagt: «Das Wort «unmöglich» verschwindet daher aus unserem Wortschatz, außer im Sinne eines logischen Widerspruches»<sup>2</sup>.

Mit diesen kurzen Hinweisen sei angedeutet, daß die vier Voraussetzungen der Newtonschen Physik in der atomaren Betrachtung hinfällig werden. Die Newtonsche mechanistische Physik ist nur eine grobe Annäherung an die wirklichen Verhältnisse des Mikrobereiches. Sie stellt nicht den Normalfall dar, sondern den Grenzfall.

## ATOMPHYSIK

Was leistet diese Atomphysik?

1. Das Licht wird als «korpuskular» erkannt, und zwar aus Photonen bestehend. Das Licht hat demnach eine Doppelnatur, die sich zu widersprechen scheint. Es ist wellenhaft und körperhaft. Die Interferenzerscheinungen, die Fresnel so deutlich und überzeugend dargestellt hat und aus denen man die Wellennatur des Lichtes glaubte bewiesen zu haben, sind nur *ein* Aspekt des Vorganges. Es gibt auch den anderen Aspekt, daß Licht wie ein Geschöß wirkt und mechanische Kraft leisten kann. Wir sprechen vom Lichtdruck und Strahlungsdruck.

Das Bohrsche Atommodell (in der Mitte des Atoms der Kern und um ihn auf bestimmten Bahnen die Elektronen kreisend) nimmt die Quantenbedingungen von Planck bis zu einem gewissen Grade auf und gestattet uns, das Wasserstoffspektrum aus einfachsten Annahmen weithin rechnerisch zu deuten<sup>3</sup>.

2. Um die Widersprüche, die dennoch diesem Atommodell anhängen, zu vermeiden, führt de Broglie die Wellenmechanik ein: Nicht nur das Licht hat Doppelcharakter, sondern auch die Materie; sie kann als Welle erscheinen. Elektronenkörperchen werden an Glimmerplatten wie Röntgenstrahlen gebeugt. Die feste Materie benimmt sich wie eine Welle, wie ein Vorgang. Was bei dieser Welle

auf- und abschwingt, ist noch unklar. Die Berechnungen der Wellengleichungen führen auf einen skalaren Wert  $\psi^2$ , der nur noch als die periodisch veränderliche *Wahrscheinlichkeit* gedeutet werden kann, in einem Raumpunkt zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Elektron oder Neutron oder Proton usw. anzutreffen. Es handelt sich also um eine mathematische Größe, um eine Wahrscheinlichkeit, nicht aber um eine physikalische Realität, wie Temperatur, Feldstärke usw.

3. Heisenberg sucht mit der Matrizenmechanik alle anschaulichen Begriffe zu eliminieren, da diese zu Fehldeutungen verleiten. Dafür stellt er das nur wirklich Meßbare in Rechnung, z. B. die Energiestufen und Frequenzen, aber nicht mehr die Elektronenbahnen. Schrödinger dagegen arbeitet mit konkreten Vorstellungsbegriffen wie mit räumlich ausgedehnten Wellen, das heißt Raumwellen; Materie ist für ihn ein Wellenpaket.

Anschauung (Wellenmechanik) und Zahlenschema (Quantenmechanik) stehen sich gegenüber. Beide Rechnungsarten sind jedoch gleichwertig und vermeiden die widerspruchsvollen Annahmen, die noch Bohr zu Hilfe nehmen mußte.

4. Die Unbestimmtheitsrelation von Heisenberg sucht die Wellen- und die Korpuskularauffassung miteinander zu verknüpfen. Sie sagt: Ort und Impuls einer Partikel können nicht zusammen mit gleicher Schärfe angegeben und berechnet werden. Entweder ist die eine Realität oder die andere beobachtbar. Ist der Impuls bekannt, dann ist z. B. das Elektron ortlos und über die ganze Bahn verwischt; ist aber der Ort festgestellt, dann ist der Impuls unbestimmbar. Eine grundlegende Voraussetzung der klassi-

schen Physik ist in dieser Unbestimmtheitsrelation fallen gelassen, nämlich die Zustandsgrößen eines Systems — Ort, Kraft, Zeit — können nicht mehr allseitig aufgestellt werden. Der Fehler bei diesen Bestimmungen ist für die Makrowelt verschwindend klein, im atomaren Bereich jedoch von Bedeutung, und zwar liegt er in der Größe des Wirkungsquantens  $h$ .

5. Dirac (London) erkennt die Verwandlung des Lichtphotons in ein Elektron und Positron beim Auftreffen auf einen Atomkern. Es vollzieht sich also eine Zwillingsgeburt von Materie aus reiner Strahlung. Umgekehrt gibt es auch eine Zerstreuung der Materie in Lichtphotonen.

6. Was ist also die Materie? Gegen die Deutungen von Materie als eines mathematischen Formalismus in der Wahrscheinlichkeitswelle hat Einstein sein Leben lang angekämpft. Er glaubt nicht an den «würfelnden Gott», der mit Wahrscheinlichkeiten arbeitet, sondern für ihn gibt es determinierte Kausalität und strenge Naturgesetze<sup>4</sup>.

Zusammenfassend können wir sagen: Licht und Masse haben Doppelcharakter und rücken eng zusammen, da sie über den Weg der Energie ineinander übergehen können. Wir sprechen daher mit der Kopenhagener Schule von Niels Bohr von Komplementarität in der Physik, wodurch gesagt wird, daß eine physikalische Realität nicht mehr in einem Vorgang eindeutig beschrieben werden kann. Es muß eine zweite Sicht als Komplementum hinzukommen.

Einiges zu den Größenverhältnissen: *Das Wasserstoffatom*: In einem Gramm Wasserstoff befinden sich  $6 \times$

$10^{23}$  Wasserstoffatome, d. h. eine Maschine, die in einer Sekunde 1 Million Atome auszählen könnte, hat zwanzig Milliarden Jahre nötig, um ein Gramm Wasserstoffatome auszuzählen. Der Atomkern eines solchen Wasserstoffatoms ist in diesem Falle ein Proton; es nimmt ein Hunderttausendstel des Atomballes ein.

Das Elektron, das den Atomkern umkreist, ist eintausendachthundertmal so leicht wie der Wasserstoffkern.

*Kräfte und Energien im Atom:* Bei der Umwandlung eines Uran-Atomkernes werden 180 Millionen Elektronenvolt Energie frei, d. h.: ein Gramm Uran enthält eine Energie von 20 Milliarden m kg. Das ist eine Energie, die genügt, um einen See von 1 Million m<sup>3</sup> Wasser 20 m hochzuheben.

*Bauelemente des Atoms:*  $M$  = Masse des Protons,  $m$  = Masse des Elektrons,  $e$  = Ladung des Elektrons,  $h$  = Wirkungsquantum von Planck.

## WELTANSCHAULICHE FOLGERUNGEN

Was für Folgerungen können wir aus alledem für unsere weltanschauliche Naturphilosophie ziehen?

1. Das Wunder, das früher wegen der vermuteten Unveränderlichkeit der Naturgesetze geleugnet wurde, kann «physikalisch» nicht mehr abgelehnt werden, da das Wort «unmöglich» in der Physik durch das Wort «unwahrscheinlich» abgelöst ist. Ein echtes Wunder braucht also nicht den Gesetzen der Natur zu widersprechen. Für den gläubigen Menschen bleibt Gott immer der Bewirker eines solchen «unwahrscheinlichen» Vorganges.

2. Was ist zum Materialismus zu sagen?

a) Das starre Atom als «Wirklichkeitsklötzchen» ist verschwunden: «Das Weltall sieht allmählich mehr wie ein großer Gedanke als wie eine große Maschine aus<sup>5</sup>».

b) Das Wesen der Materie verbirgt sich hinter einem unbekanntem Dritten, das sich in zweifacher Weise offenbart: als Welle und als Körper. Alles ist dynamischer geworden und kommt der Energie und den Kraftfeldern näher.

Wodurch kommt die Beständigkeit bei den sichtbaren Dingen zustande, obwohl die Atomphysik alles mit gequantelten Energiestößen und periodischen Veränderungen erklärt? Es muß in dem physikalischen Geschehen eine innere Gestalt, eine Struktur, wirksam sein, ähnlich dem Lebensprinzip der lebendigen Natur. Die große gesetzliche Dynamik auf engstem Raume, die langsam sich unserem Blick erschließt, aber immer wieder neue Dunkelheiten zeigt, fordert einen wirkenden Plan, der alles koordiniert, zusammenfaßt und die Konstanz der Materie garantiert. Der gläubige Mensch darf darin das Wirken des lebendigen Gottes sehen.

c) Das Gesetz der Erhaltung der Energie kann keinen Riegel mehr vorschieben zum Verständnis des freien Willens, des allwirkenden Gottes und des Wunders. Früher wurde gesagt, daß der freie Wille neue Energie erzeuge, dies aber widerspräche dem Erhaltungssatz der Energie. Wir wissen heute, daß Energie auch aus Masse entstehen kann und daß Willensenergie nichts zu tun hat mit physikalischer Energie.

d) Die Erschaffung der Materie durch den Geist Gottes wird verständlicher, da die Materie nicht mehr als starr erkannt wird, sondern sich immer mehr dem Kraftpotential nähert.

e) Der Entropiesatz gilt nicht mehr allgemein. Der Wärme- oder Kältetod braucht nicht das Ende zu sein, wie früher oft gesagt wurde, denn neue Energie kann aus der Materie entstehen. Der Beweis für die Zeitlichkeit der Welt aus dem Entropiesatz ist nicht allgemein anwendbar.

f) Die Kontingenz, die Nicht-Notwendigkeit der Welt, wird in der modernen Physik sehr deutlich sichtbar. Die Weltkonstante  $\alpha$ , die die Bauelemente des Alls in der Hyperfeinstruktur des Spektrums uns darbietet, die sogenannte Sommerfeldkonstante, lautet  $\frac{e^2}{\hbar \cdot c}$  und ist eine sehr genau berechenbare, aber unbenannte Zahl, nämlich 1:137. Dabei ist  $e$  die Ladung des Elektrons,  $c$  die Lichtgeschwindigkeit,  $\hbar$  das Planck'sche Wirkungsquantum geteilt durch  $2\pi$ . Diese Zahl könnte ebenso 1:140 oder 1:133 heißen. Warum diese Weltkonstante eine unbenannte, aber genau fixierte Zahl ist, konnte bisher nicht abgeleitet werden. Viele Forscher haben aus anderen Konstanten der Physik die Herleitung versucht, aber ohne Erfolg.

Hier wird an einem Beispiel mathematisch dargetan, wie «nicht-notwendig» diese unsere Welt ist.

g) Der Ausnahmezustand der Erde gegenüber den übrigen Sternen liegt in der festgeballten Materie, sei es beim Wasser als  $H_2O$ , oder sei es bei den 92 Elementen der Physik und ihren Kombinationen zu molekularen Verbindungen.

h) Der Mensch steht im Mittelpunkt, zwar nicht mehr räumlich, aber erkennend. Er dringt in die Tiefen des Atomkernes ein und durchforscht die Weiten des Weltalls. Heute wissen wir, daß die anderen Planeten nicht solches Leben tragen können, wie es bei uns auf der Erde ist. Die amerikanischen Kosmonauten haben zu Weihnachten 1968 die Erde als das schöne, glückliche Gestirn gepriesen. Sie waren die ersten, die die Erde vom Mond aus sehen konnten. Alle anderen Planeten scheinen tot und grauenhaft wüst zu sein.

### 3. Die Willensfreiheit

Der Einwurf von seiten des Determinismus gegen die Willensfreiheit ist unsinnig geworden, da bei den Naturgesetzen nur die wiederholbaren Dinge in Rechnung genommen werden können. Es handelt sich ja um Wahrscheinlichkeitsgesetze der großen Zahl, der großen Wiederholbarkeit. Die psychischen Voraussetzungen der Willensfreiheit tragen aber deutlich den Charakter der Einmaligkeit.

### 4. Kausalgesetz

Es gibt ein physikalisches und ein philosophisches Kausalgesetz. Das physikalische lautet: Jede Ursache hat ihre Wirkung. Dies Gesetz gilt heute nicht mehr. Das Kausalgesetz der Philosophie lautet jedoch: Jede Wirkung hat ihre Ursache. Das gilt nicht nur für den denkenden Menschen, auch für jeden experimentierenden Physiker. Sonst könnte er ja keine Resultate der Forschung registrieren.

5. Das Wort «Zufall» ist durch die Wahrscheinlichkeitsrechnungen sehr in den Vordergrund gerückt worden. Hier ergeben sich Schwierigkeiten für das gläubige Denken. Jedoch erkennt die neuere Physik ihre Grenzen, weil das Geschehen nicht allein vom Zufall dirigiert sein kann. Der Ausdruck «Antizufall» wird immer häufiger gebraucht. Die Tatsachen zwingen zur behutsameren Darstellung: Vorgänge, die in dieser Häufigkeit nicht geschehen dürften, geschehen zu oft. Das aber widerspricht dem Gesetz der großen Zahl und damit jeder Wahrscheinlichkeit<sup>6</sup>.

Eine andere Gefahr liegt jedoch im mathematischen Kalkül. Er lenkt die Gedanken auf den reinen Positivismus hin. Man nimmt nur das an, was man berechnen, was man sehen und mit den Sinnen fassen kann, und es wird nur soweit angenommen, als man es als Sinnesqualität erfaßt. Solche Physiker erklären, die Physik habe es mit Sinnesqualitäten zu tun, nicht mit harten, realen Wirklichkeiten. Dieser Sensualismus und Positivismus kann als kritische Haltung allen Experimenten gegenüber akzeptiert werden, in sich aber ist er widersprüchlich; denn jedes Sehen führt hin zur Ursache des Sehens.

Diese kurze Darstellung soll nur hinweisen, wie sehr die Physik benachbart ist der Metaphysik, wie das Tor zum Glauben aufgetan ist, und daß das Wort von Max Planck bei einem Leipziger Vortrag 1935 auch heute noch gilt: «Religion und Naturwissenschaft waren feindliche Brüder gewesen, jetzt sind sie Brüder geworden. Walte Gott, daß sie sich nicht mehr trennen.»

2. Kapitel

## KAUSALITÄT UND ATOMPHYSIK

Die Jahrhundertwende führte die Physik in eine Krise ihrer gewohnten Begriffswelt, die um so beunruhigender wirkte, da man mit einer Erschütterung der vertrauten Anschauungen gar nicht rechnete. Der Physiker Nernst hatte noch 1893 gesagt: «Ich glaube überhaupt, daß gegenwärtig eine Epoche der ruhigen, aber erfolgreichen Ausarbeitung für die physikalischen und chemischen Forscher gekommen ist: die Ideen sind nicht nur vorhanden, sondern auch bis zu einem gewissen Abschluß gereift!»

Die Quantelung des Energieprozesses (Max Planck 1900), der korpuskulare Charakter gewisser Strahlen und der photoelektrische Effekt (Hallwachs 1888, Einstein 1905), die Materie-Wellen (de Broglie 1924) und die Probleme der Relativitätstheorie (Einstein 1905 und 1916) hatten die bisherigen Begriffe der Physik ins Wanken gebracht. In solchen Zeiten macht sich die Nähe der Metaphysik zur Physik bemerkbar; die neuen physikalischen Fakten erzeugen auch im philosophischen Bereich neue Deutungen. So deduzierte man aus der Relativitätstheorie die Leugnung alles Absoluten, ja jeder feststehenden Norm, und aus der Quantenphysik leitete man die Behauptung her, daß das Kausalitätsprinzip gegenstandslos und überholt sei; es gebe nicht mehr das strenge Schlußfolgern aus gegebenen Tatsachen; alles sei dem Zufall, der Wahrscheinlichkeit und der Statistik unterworfen; es gebe nicht mehr den Schluß aus dem kontingenten Sein auf das notwendige Sein und aus dem geschaffenen Sein auf den Schöpfergott.

Dieses Schlußverfahren ist für das gläubige Denken von besonderer Wichtigkeit nach dem Wort des heiligen Paulus aus dem Römerbrief (1,20): «Das Unsichtbare an Ihm schaut der denkende Verstand seit Erschaffung der Welt in seinen Werken: seine ewige Macht und Gottheit.» Das

Vatikanische Konzil hat dieses Anliegen erneut betont: Die erschaffenen Dinge und das Licht der menschlichen Vernunft sind die beiden natürlichen Erkenntnisprinzipien für Gott.

Seit Leibniz kennen wir eine Theodizee als philosophische Wissenschaft, die von Gott und seinen Eigenschaften handelt; sie fördert ihre Erkenntnisse mit den Mitteln der natürlichen Vernunft, nicht aber mit den Mitteln der Übernatur und der Offenbarung zutage. Diese Erkenntnisse nennt die Theologie die «Präambula fidei», d. h. die Vorläufer des Glaubens. Sie haben die Glaubenswürdigkeitsgründe zum Gegenstand, die das Ja zum Glauben vor dem Wissen und vor dem Gewissen verantworten. Eine Brücke des Denkens aber, die zu Gott führt, ist das Kausalitätsprinzip.

Dem gläubigen Menschen geht es also um die echte Schlußfolgerung, von der sichtbaren Welt auf den unsichtbaren Schöpfer, von den erschaffenen Dingen auf den ewigen Herrn und Gott. Daher ist es verständlich, daß der Christ mit lebhaftem Interesse die Fragen verfolgt, die die Atomphysik in dieser Beziehung aufwirft. So fragen wir uns, ob die Gründe für die Leugnung der Kausalität in der Atomphysik berechtigt sind, und was in diesem Zusammenhang Zufall und Wahrscheinlichkeit bedeuten.

Die Jahrhundertwende führte die Physik in eine Krise ihrer gewohnten Begriffswelt, die um so beunruhigender wirkte, da man mit einer Erschütterung der vertrauten Anschauungen gar nicht rechnete. Der Physiker Nernst hatte noch 1893 gesagt: «Ich glaube überhaupt, daß gegenwärtig eine Epoche der ruhigen, aber erfolgreichen Ausarbeitung für die physikalischen und chemischen Forscher gekommen ist: die Ideen sind nicht nur vorhanden, sondern auch bis zu einem gewissen Abschluß gereift<sup>1</sup>.»

Die Quantelung des Energieprozesses (Max Planck 1900), der korpuskulare Charakter gewisser Strahlen und der photoelektrische Effekt (Hallwachs 1888, Einstein 1905), die Materie-Wellen (de Broglie 1924) und die Probleme der Relativitätstheorie (Einstein 1905 und 1916) hatten die bisherigen Begriffe der Physik ins Wanken gebracht. In solchen Zeiten macht sich die Nähe der Metaphysik zur Physik bemerkbar; die neuen physikalischen Fakten erzeugen auch im philosophischen Bereich neue Deutungen. So deduzierte man aus der Relativitätstheorie die Leugnung alles Absoluten, ja jeder feststehenden Norm, und aus der Quantenphysik leitete man die Behauptung her, daß das Kausalitätsprinzip gegenstandslos und überholt sei; es gebe nicht mehr das strenge Schlußfolgern aus gegebenen Tatsachen; alles sei dem Zufall, der Wahrscheinlichkeit und der Statistik unterworfen; es gebe nicht mehr den Schluß aus dem kontingenten Sein auf das notwendige Sein und aus dem geschaffenen Sein auf den Schöpfergott.

Dieses Schlußverfahren ist für das gläubige Denken von besonderer Wichtigkeit nach dem Wort des heiligen Paulus aus dem Römerbrief (1,20): «Das Unsichtbare an Ihm schaut der denkende Verstand seit Erschaffung der Welt in seinen Werken: seine ewige Macht und Gottheit.» Das

Vatikanische Konzil hat dieses Anliegen erneut betont: Die erschaffenen Dinge und das Licht der menschlichen Vernunft sind die beiden natürlichen Erkenntnisprinzipien für Gott.

Seit Leibniz kennen wir eine Theodizee als philosophische Wissenschaft, die von Gott und seinen Eigenschaften handelt; sie fördert ihre Erkenntnisse mit den Mitteln der natürlichen Vernunft, nicht aber mit den Mitteln der Übernatur und der Offenbarung zutage. Diese Erkenntnisse nennt die Theologie die «Präambula fidei», d. h. die Vorläufer des Glaubens. Sie haben die Glaubenswürdigkeitsgründe zum Gegenstand, die das Ja zum Glauben vor dem Wissen und vor dem Gewissen verantworten. Eine Brücke des Denkens aber, die zu Gott führt, ist das Kausalitätsprinzip.

Dem gläubigen Menschen geht es also um die echte Schlußfolgerung, von der sichtbaren Welt auf den unsichtbaren Schöpfer, von den erschaffenen Dingen auf den ewigen Herrn und Gott. Daher ist es verständlich, daß der Christ mit lebhaftem Interesse die Fragen verfolgt, die die Atomphysik in dieser Beziehung aufwirft. So fragen wir uns, ob die Gründe für die Leugnung der Kausalität in der Atomphysik berechtigt sind, und was in diesem Zusammenhang Zufall und Wahrscheinlichkeit bedeuten.

## ZUM BEGRIFF DER KAUSALITÄT

Zunächst zur Begriffserklärung: Was versteht der Physiker unter Kausalgesetz?

Der Kausalsatz der Naturwissenschaft lautet: In der materiellen Natur ist alles Geschehen eindeutig determiniert. Der Naturzusammenhang ist so eng, daß dieselben Ursachen notwendig immer dieselben Wirkungen hervorbringen. Die strenge Bindung von Ursache und Wirkung läßt uns von einem naturgesetzlich notwendigen Geschehen sprechen. Der bekannte Triumph dieses physikalischen Weltbildes war die Berechnung des Planeten «Neptun» durch Leverrier im Jahre 1845, die am Schreibtisch vollzogen wurde. Genauso entdeckte man 1930 den neunten Planeten der Sonne, den «Pluto», am Schreibtisch. Es war ein Triumph für die Physik, ihre Gesetze und Untersuchungen durch diese Tatsachen bestätigt zu sehen. Ein großer Stolz kam über die Physiker. Schon am Ende des 18. Jahrhunderts hatte der französische Mathematiker und Physiker Laplace einen allwissenden Geist beschworen, für den nichts ungewiß wäre und für den die Zukunft und Vergangenheit offen daliegen<sup>2</sup>. Diese Allwissenheit des Laplace'schen Geistes ist nur ein Ausdruck dafür, daß es strenge Gesetze gibt, daß alles gesetzmäßig verläuft, daß die Natur keine Sprünge macht. Man sieht, daß diese Physik, deren höchster Ehrgeiz es ist, Mechanik zu werden, nur die Wirkursache kennt. Die Zielursache und Formursache ist ihr fremd<sup>3</sup>. Wir erinnern an das Wort

von Hermann Helmholtz: «Das letzte Ziel aller Naturwissenschaft ist, sich in Mechanik aufzulösen.» Dieser Laplace'sche Geist weist uns auf die andere Formulierung des Kausalgesetzes hin, nämlich auf die Vorausberechenbarkeit. «Wenn ich die Gegenwart kenne, läßt sich die Zukunft voraussagen.» Diese Form des Kausalsatzes lehnte Prof. Heisenberg ausdrücklich für den subatomaren Bereich ab, indem er sagte: «In der scharfen Formulierung des Kausalgesetzes: «Wenn wir die Gegenwart kennen, können wir die Zukunft berechnen» ist nicht der Nachsatz, sondern die Voraussetzung falsch. Wir können die Gegenwart prinzipiell in allen Bestimmungsstücken nicht genau kennenlernen, und es scheint die Ungültigkeit oder jedenfalls die Gegenstandslosigkeit des Kausalgesetzes definitiv festgestellt<sup>4</sup>.»

Wir wollen jedoch anmerken, daß dieser Kausalsatz der Physik noch andere gedankliche Voraussetzungen einschließt, ohne deren Anwendung wissenschaftliche Erkenntnisse uns nicht zuteil werden. Wir müssen das Prinzip von der Gleichförmigkeit der Natur und ihrer Gesetze voraussetzen. Dieses Prinzip läßt sich nicht, auch nicht induktiv, nachweisen. Die praktische Wahrscheinlichkeit jedoch, daß der Zufall die Gleichförmigkeit unterbrechen könnte, ist so gering, daß im philosophischen Sinne kein Grund von einigem Gewicht besteht, der diese Ausnahmemeinung rechtfertigen könnte<sup>5</sup>.

Aber auch vom Physikalischen her ist die Umschreibung der genauen Ursache nicht so einfach, wie es sich die mechanistische Physik vorgestellt hatte. Eine Menge von Einwirkungen müssen für die Berechenbarkeit beachtet werden, z. B. die Kenntnis des Kraftfeldes für alle Zeitmomente der Einwirkung, die Kenntnis über Deformierbarkeit und Nichtdeformierbarkeit des Systems, seine

Stabilität, die Art der Wechselwirkung und vieles mehr. Die Laplace'sche Formulierung enthält, selbst physikalisch gesprochen, schon vereinfachende Abstraktionen, die man im Makrokosmos zwar in Kauf nehmen kann, über deren Zulassung im Mikrokosmos jedoch die Atomphysik zu entscheiden hat.

Von diesem Kausalsatz des Physikers ist deutlich das Kausalitätsprinzip der Metaphysik zu unterscheiden. Dieses fordert, daß jedes kontingente Sein und Geschehen eine Ursache für das Sein hat, die es zum Dasein bestimmt. Das Schlußverfahren geht also von der Wirkung hin zur Ursache. Und in diesem Sinne ist es über alle physikalischen Bereiche erhaben. Es ist ein metaphysischer Satz, der in der Praxis des Lebens und auch der wissenschaftlichen Forschung angewendet werden muß, falls überhaupt Leben und Wissenschaft existieren sollen. Dieses Kausalitätsprinzip, das für alle spekulativen Erörterungen maßgebend ist, gilt weiterhin und wird von der modernen Forschung nicht berührt.

Die Forschung selbst beruht heute genauso wie früher auf diesem Kausalgesetz. Der Physiker Bohr hat das besonders betont, und Heisenberg greift seine Worte auf, wenn er sagt: «Andererseits ist auch in der modernen Physik die Anwendbarkeit dieser Anschauungsform und des Kausalgesetzes die Voraussetzung jeder objektiven, wissenschaftlichen Erfahrung. Denn wir können Verlauf und Resultat einer Messung gar nicht anders mitteilen, als indem wir die dazu nötigen Handgriffe und Zeigerablesungen als objektive, in Raum und Zeit unserer Anschauung sich abspielende Vorgänge beschreiben, und wir könnten aus einem Meßresultat nicht auf die Eigenschaften des beobachteten Objektes schließen, wenn das Kausalgesetz nicht einen eindeutigen Zusammenhang

zwischen beiden garantierte<sup>6</sup>.» Also gilt für den Physiker in seinen spekulativen Erörterungen genau wie für den Philosophen und den gläubigen Menschen der Kausalsatz.

Wie kommt es zu dieser doppelten, zwiespältigen Aussage? Wenden wir uns der *Anwendung* des physikalischen Kausalgesetzes zu und fragen uns, wie es dazu kommen konnte, daß eine so jahrhundertlang erprobte Voraussetzung alles naturwissenschaftlichen Erkennens in jüngster Zeit angezweifelt werden konnte. Bei dem Abbau dieser Denkform in der Physik geht es um den Begriff der Wahrscheinlichkeit und der Statistik.

Stabilität, die Art der Wechselwirkung und vieles mehr. Die Laplace'sche Formulierung enthält, selbst physikalisch gesprochen, schon vereinfachende Abstraktionen, die man im Makrokosmos zwar in Kauf nehmen kann, über deren Zulassung im Mikrokosmos jedoch die Atomphysik zu entscheiden hat.

Von diesem Kausalsatz des Physikers ist deutlich das Kausalitätsprinzip der Metaphysik zu unterscheiden. Dieses fordert, daß jedes kontingente Sein und Geschehen eine Ursache für das Sein hat, die es zum Dasein bestimmt. Das Schlußverfahren geht also von der Wirkung hin zur Ursache. Und in diesem Sinne ist es über alle physikalischen Bereiche erhaben. Es ist ein metaphysischer Satz, der in der Praxis des Lebens und auch der wissenschaftlichen Forschung angewendet werden muß, falls überhaupt Leben und Wissenschaft existieren sollen. Dieses Kausalitätsprinzip, das für alle spekulativen Erörterungen maßgebend ist, gilt weiterhin und wird von der modernen Forschung nicht berührt.

Die Forschung selbst beruht heute genauso wie früher auf diesem Kausalgesetz. Der Physiker Bohr hat das besonders betont, und Heisenberg greift seine Worte auf, wenn er sagt: «Andererseits ist auch in der modernen Physik die Anwendbarkeit dieser Anschauungsform und des Kausalgesetzes die Voraussetzung jeder objektiven, wissenschaftlichen Erfahrung. Denn wir können Verlauf und Resultat einer Messung gar nicht anders mitteilen, als indem wir die dazu nötigen Handgriffe und Zeigerablesungen als objektive, in Raum und Zeit unserer Anschauung sich abspielende Vorgänge beschreiben, und wir könnten aus einem Meßresultat nicht auf die Eigenschaften des beobachteten Objektes schließen, wenn das Kausalgesetz nicht einen eindeutigen Zusammenhang

zwischen beiden garantierte<sup>6</sup>.» Also gilt für den Physiker in seinen spekulativen Erörterungen genau wie für den Philosophen und den gläubigen Menschen der Kausalsatz.

Wie kommt es zu dieser doppelten, zwiespältigen Aussage? Wenden wir uns der *Anwendung* des physikalischen Kausalgesetzes zu und fragen uns, wie es dazu kommen konnte, daß eine so jahrhundertlang erprobte Voraussetzung alles naturwissenschaftlichen Erkennens in jüngster Zeit angezweifelt werden konnte. Bei dem Abbau dieser Denkform in der Physik geht es um den Begriff der Wahrscheinlichkeit und der Statistik.

## WAHRSCHEINLICHKEIT UND STATISTISCHE METHODE

Professor Boltzmann (1844–1906) ist es gewesen, der als erster die statistische Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung in die exakte Physik einführte. Es geschah bei den Folgerungen, die er aus der kinetischen Gastheorie zog. Wärme ist ungeordnete Molekularbewegung der Gasmoleküle; erhöhte Temperatur bedeutet: erhöhte Bewegung der Moleküle, im geschlossenen Gefäß erhöhter Anprall der Gasmoleküle auf die Gefäßwände und damit erhöhter Druck des Gases. Aus der vermehrten Zahl der Stöße der Moleküle auf die Gefäßwandungen versuchte Prof. Boltzmann den erhöhten Druck rechnerisch zu erfassen. Die Trillionen von Molekülen jedoch spotteten einer mathematischen Analyse wegen ihrer Kleinheit und Vielfältigkeit, zumal die Moleküle auch noch untereinander kollidieren. Nur mit der Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung konnte die Durchschnittszahl der Stöße bestimmt werden. Es mag das eine Molekül schneller oder langsamer sich bewegen: bei der großen Zahl der Moleküle ergibt sich ein Mittelwert, der mit der Methode der Statistik festzustellen ist. Das erstaunliche Ergebnis dieser Berechnungen war, daß der experimentell geprüfte Wert exakt mit dem theoretisch errechneten Wahrscheinlichkeitswert übereinstimmt.

Dabei ist zu beachten, daß die Berechnungsmethode der Statistik nur etwas aussagt über das Verhalten von gro-

ßen Mengen, aber nicht über den Zustand eines einzelnen Teilchens. Der konstante Wert des Gasgesetzes beruht also nicht auf einem unveränderlichen, starren, unmittelbar wirkenden Naturgesetz, sondern auf dem Gesetz der großen Zahlen, auf einem Wahrscheinlichkeitsgesetz. Bei diesen Gesetzen könnte sich das Ergebnis ändern, wenn etwa Ausnahmestände einträten, wenn z. B. alle Gasmoleküle in einer Richtung sich bewegten. Ein solcher Vorgang wäre zwar höchst unwahrscheinlich, aber innerhalb des Naturzusammenhanges durchaus möglich. Da diese Unwahrscheinlichkeit praktisch nicht vorkommt, ist die Wirkungsweise dieser Wahrscheinlichkeitsgesetze von der gleichen Exaktheit wie die der unveränderlichen dynamischen Gesetze.

Die Berechnungsmethode auf Grund der Wahrscheinlichkeiten berührt jedoch in keiner Weise das physikalische Kausalgesetz; denn daß die Bewegung jedes Moleküls nach strengen Gesetzen vor sich geht und daher kausal determiniert ist, ist die Voraussetzung für die Gleichförmigkeit der Objekte, die bei der Berechnungsmethode der Statistik gefordert wird. Wenn diese Gleichförmigkeit nicht gegeben ist, darf das Verhalten der Moleküle nicht statistischen Gesetzen unterworfen werden. Es ist zwar nicht möglich, die Bewegungen und Energieentwicklungen jedes Einzelmoleküls zu beobachten, aber die supponierte Einheitlichkeit im molekularen Bewegungsgehen erlaubt es, die Wahrscheinlichkeitsrechnung anzuwenden. Es liegt also ein verborgener Parameter hinter diesem Ergebnis, der die Genauigkeit des Gesetzes und die echte Kausalität begründet, den aber mathematisch zu erfassen wir aus technischen Gründen nicht in der Lage sind. Diese Wahrscheinlichkeit hat also mit Zufall nichts zu tun. Es handelt sich nicht um ursachloses Geschehen,

sondern um eine echte, wenn auch nicht unmittelbare, so doch mittelbar streng festgelegte Determination.

Da die meisten Gesetze der Physik sich mit Größen befassen, die aus dem Zusammenwirken von großen Mengen von Molekülen und Atomen sich ergeben, sind sie weithin Wahrscheinlichkeitsgesetze, aber streng determiniert. Der Naturzusammenhang zwischen Ursache und Wirkung ist garantiert durch die Summation von einzelnen Wirkungen der Atome und Moleküle, also von Ereignissen, die man der Statistik unterwerfen darf.

Neben dieser *Wahrscheinlichkeit erster Ordnung* kennt die moderne Physik eine *Wahrscheinlichkeit zweiter Ordnung*. Bei ihr setzt das Problem der Gültigkeit des Kausalsatzes ein. Es handelt sich um die Beschreibung von Vorgängen, die im Atominnern, also im subatomaren Bereich vor sich gehen und die in der modernen Physik in zweifacher Weise zur Darstellung gekommen sind: 1. durch die Quantenmechanik Heisenbergs, und 2. durch die Wellenmechanik Schrödingers. Bei der Lösung dieser Aufgaben taucht die Frage, die uns hier interessiert, in aller Schärfe auf.

Auf den Untersuchungen Rutherfords fußend, schuf Niels Bohr sein berühmt gewordenes Atommodell. Auf ausgewählten festen Bahnen kreisen die Elektronen um den Atomkern ohne Energieaufnahme und -abgabe. Nur der Übergang von einer stationären Bahn zur andern ist mit einem Energieaustausch verbunden. Dieses Modell hat große Erfolge erzielt. Ich erinnere mich noch lebhaft an das staunende Aufatmen und den spontanen Beifall im Hörsaal, als vor 45 Jahren unser Professor uns die Herleitung der Wasserstofflinie H aus dem Bohrschen Atommodell aufwies und die bisher unerklärbare Rydberg-

Konstante in der Balmer-Spektralformel als Konsequenz der von Bohr angenommenen Quantenbedingungen des Atommodells darstellte.

Trotz der großen Erfolge, die Bohr mit seinem Atommodell in vielen Fragen erzielte, blieb sein Ansatz unbefriedigend, da er keine Deutung für die völlig willkürlich erscheinenden Quantenbedingungen geben konnte. Bald zeigten sich auch eine Reihe von Widersprüchen, so daß schließlich Bohr selbst erklärte, es handle sich wohl um ein tiefgehendes Versagen der raumzeitlichen Bilder, mittels derer man bisher die Naturerscheinungen im atomaren Bereich zu beschreiben versucht habe. Die Anschaulichkeit des Atombildes wird als die Fehlerquelle betrachtet.

Die Lage in der Physik war Anfang der zwanziger Jahre so undurchsichtig, aber auch so gespannt, daß man es geradezu spürte, wie nahe man dem Tore zu neuen Erkenntnissen gekommen war. Dieses Tor wurde durch die genialen Arbeiten von Heisenberg und Schrödinger aufgestoßen. Heisenberg beschränkt den Weg im Sinne der Bohrschen Empfehlung, die Anschaulichkeit beiseite zu lassen, und Schrödinger im Sinne der bisherigen, mit anschaulichen Bildern verbundenen Theorie.

Heisenberg kennt bei seinem Ansatz nur das, was wirklich beobachtet und gemessen werden kann. Er läßt alles fort, was man sich von der Anschauung dazu denkt.

Wenn Niels Bohr von Bahnen und Körpern spricht, die wie Planeten um den Atomkern kreisen, von Umlaufzeiten usw., wenn der Begründer der Wellenmechanik, de Broglie, von Wellenbewegungen redet, kennt Heisenberg nur noch Energiestufen, Frequenzen der Spektrallinien, ihre Intensitäten und die Werte der Energiestufen,

sondern um eine echte, wenn auch nicht unmittelbare, so doch mittelbar streng festgelegte Determination.

Da die meisten Gesetze der Physik sich mit Größen befassen, die aus dem Zusammenwirken von großen Mengen von Molekülen und Atomen sich ergeben, sind sie weithin Wahrscheinlichkeitsgesetze, aber streng determiniert. Der Naturzusammenhang zwischen Ursache und Wirkung ist garantiert durch die Summation von einzelnen Wirkungen der Atome und Moleküle, also von Ereignissen, die man der Statistik unterwerfen darf.

Neben dieser *Wahrscheinlichkeit erster Ordnung* kennt die moderne Physik eine *Wahrscheinlichkeit zweiter Ordnung*. Bei ihr setzt das Problem der Gültigkeit des Kausalsatzes ein. Es handelt sich um die Beschreibung von Vorgängen, die im Atominnern, also im subatomaren Bereich vor sich gehen und die in der modernen Physik in zweifacher Weise zur Darstellung gekommen sind: 1. durch die Quantenmechanik Heisenbergs, und 2. durch die Wellenmechanik Schrödingers. Bei der Lösung dieser Aufgaben taucht die Frage, die uns hier interessiert, in aller Schärfe auf.

Auf den Untersuchungen Rutherfords fußend, schuf Niels Bohr sein berühmt gewordenes Atommodell. Auf ausgewählten festen Bahnen kreisen die Elektronen um den Atomkern ohne Energieaufnahme und -abgabe. Nur der Übergang von einer stationären Bahn zur andern ist mit einem Energieaustausch verbunden. Dieses Modell hat große Erfolge erzielt. Ich erinnere mich noch lebhaft an das staunende Aufatmen und den spontanen Beifall im Hörsaal, als vor 45 Jahren unser Professor uns die Herleitung der Wasserstofflinie H aus dem Bohrschen Atommodell aufwies und die bisher unerklärbare Rydberg-

Konstante in der Ballmer-Spektralformel als Konsequenz der von Bohr angenommenen Quantenbedingungen des Atommodells darstellte.

Trotz der großen Erfolge, die Bohr mit seinem Atommodell in vielen Fragen erzielte, blieb sein Ansatz unbefriedigend, da er keine Deutung für die völlig willkürlich erscheinenden Quantenbedingungen geben konnte. Bald zeigten sich auch eine Reihe von Widersprüchen, so daß schließlich Bohr selbst erklärte, es handle sich wohl um ein tiefgehendes Versagen der raumzeitlichen Bilder, mittels derer man bisher die Naturerscheinungen im atomaren Bereich zu beschreiben versucht habe. Die Anschaulichkeit des Atombildes wird als die Fehlerquelle betrachtet.

Die Lage in der Physik war Anfang der zwanziger Jahre so undurchsichtig, aber auch so gespannt, daß man es geradezu spürte, wie nahe man dem Tore zu neuen Erkenntnissen gekommen war. Dieses Tor wurde durch die genialen Arbeiten von Heisenberg und Schrödinger aufgestoßen. Heisenberg beschränkt den Weg im Sinne der Bohrschen Empfehlung, die Anschaulichkeit beiseite zu lassen, und Schrödinger im Sinne der bisherigen, mit anschaulichen Bildern verbundenen Theorie.

Heisenberg kennt bei seinem Ansatz nur das, was wirklich beobachtet und gemessen werden kann. Er läßt alles fort, was man sich von der Anschauung dazu denkt.

Wenn Niels Bohr von Bahnen und Körpern spricht, die wie Planeten um den Atomkern kreisen, von Umlaufzeiten usw., wenn der Begründer der Wellenmechanik, de Broglie, von Wellenbewegungen redet, kennt Heisenberg nur noch Energiestufen, Frequenzen der Spektrallinien, ihre Intensitäten und die Werte der Energiestufen,

die jeder Schwingungszahl einer Spektrallinie zugrunde liegen. Alle anderen Werte, die nicht direkt geprüft werden können, verschwinden aus seiner Theorie. Die Bahnen der Elektronen, die momentanen Orte und Umlaufzeiten sind alles Dinge, die man direkt im Atom nicht beobachten kann, die man nur an Hand einer Theorie erschlossen hat. Heisenberg führt das Programm der Unanschaulichkeit, das Bohr verlangte, durch. Die Frequenzen, die Intensitäten und die einzelnen Energiestufen ordnet er in ein Zahlensystem, in eine Matrix ein. Jedem der genannten Werte ordnet er in diesem Zahlenschema eine Zahl zu, und so beschreibt er das Atom durch ein Zahlenschema, eben eine Matrix.

Die Welt der atomaren Vorgänge ist unstetig, diskontinuierlich, und die zur Bewältigung der Vorgänge geeignete Rechenart ist die Matrizenrechnung. Sie hat aber als Voraussetzung den nicht-kommutativen Charakter der Produktenregel. Wenn es sonst gilt,  $p \times q = q \times p$ , so hat die Matrizenrechnung die Forderung  $p \times q \neq q \times p$ . Das Zeichen  $\neq$  bedeutet die Verneinung der Gleichheit und wird gelesen als «ungleich.» Die Differenz liegt in der Größenordnung des Planck'schen Wirkungsquantums, also in der Ordnung einer Größe  $10^{-27}$ . Sie ist so verschwindend klein, daß sie im makro-physikalischen Bereich übersehen werden darf, jedoch nicht im subatomaren Bereich. Diese Eigenart der Matrizenrechnung führt Heisenberg zu seiner berühmten Unbestimmtheitsrelation, die der Schlüssel der ganzen Quantenmechanik geworden ist. Sie besagt: Es ist grundsätzlich unmöglich, den Ort und den Impuls einer subatomaren Partikel genau zu messen. Entweder ist die Ortskenntnis exakt, dann wächst der Impuls ins Unmeßbare; oder der Impulswert ist bestimmbar, dann schwimmt die Partikel

im Raum. Die raumzeitliche Lokalisierung einerseits und die energetische Beschreibung andererseits sind zwei verschiedene Ebenen derselben Wirklichkeit, nämlich Korpuskel und Welle, die sich aber gegenseitig ausschließen.

Diese Unbestimmtheit liegt nicht an den Instrumenten oder an der Unfähigkeit des Beobachters, sondern sie liegt im Wesen der subatomaren Teilchen selbst. Die Natur der Elementarteilchen ist so beschaffen, daß beide Zustandsgrößen nicht zusammen gemessen werden können. Man kann daher in der Mikro-Physik nicht zugleich von dem Ort und der Geschwindigkeit einer Partikel sprechen. Da für die Elementarteilchen also kein genau definierter Zustand angegeben werden kann, ist die Gegenwart nicht restlos beschreibbar und damit die Zukunft nicht vorausberechenbar. Es kann also keine determinierte Kausalität geben, sagt Heisenberg, weil wir die Gegenwart prinzipiell nicht in allen Bestimmungsstücken kennen. Aus diesen Gründen scheint für die moderne Physik der Kausalsatz als definitiv überwunden zu gelten.

Schrödinger kommt auf einem ganz anderen Wege zu derselben Folgerung. Er ist der Begründer der Wellenmechanik. Nach den Voraussetzungen von de Broglie, daß die Materie Wellencharakter hat, geht er von der Forderung aus, daß es keine Korpuskeln gibt, sondern nur Wellenerscheinungen, wenn auch diese Wellen in vielfältigen Formen zusammengebündelt geradezu als Wellenpakete auftreten. Physikalisch werden die korpuskularen Teilchen als in Wellen aufgelöst betrachtet und mathematisch wie normale Wellenvorgänge behandelt, die durch Schwingungszahl und Länge bestimmbar sind. Alle Vor-

die jeder Schwingungszahl einer Spektrallinie zugrunde liegen. Alle anderen Werte, die nicht direkt geprüft werden können, verschwinden aus seiner Theorie. Die Bahnen der Elektronen, die momentanen Orte und Umlaufzeiten sind alles Dinge, die man direkt im Atom nicht beobachten kann, die man nur an Hand einer Theorie erschlossen hat. Heisenberg führt das Programm der Unanschaulichkeit, das Bohr verlangte, durch. Die Frequenzen, die Intensitäten und die einzelnen Energiestufen ordnet er in ein Zahlensystem, in eine Matrix ein. Jedem der genannten Werte ordnet er in diesem Zahlenschema eine Zahl zu, und so beschreibt er das Atom durch ein Zahlenschema, eben eine Matrix.

Die Welt der atomaren Vorgänge ist unstetig, diskontinuierlich, und die zur Bewältigung der Vorgänge geeignete Rechenart ist die Matrizenrechnung. Sie hat aber als Voraussetzung den nicht-kommutativen Charakter der Produktenregel. Wenn es sonst gilt,  $p \times q = q \times p$ , so hat die Matrizenrechnung die Forderung  $p \times q \neq q \times p$ . Das Zeichen  $\neq$  bedeutet die Verneinung der Gleichheit und wird gelesen als «ungleich».) Die Differenz liegt in der Größenordnung des Planck'schen Wirkungsquantums, also in der Ordnung einer Größe  $10^{-27}$ . Sie ist so verschwindend klein, daß sie im makro-physikalischen Bereich übersehen werden darf, jedoch nicht im subatomaren Bereich. Diese Eigenart der Matrizenrechnung führt Heisenberg zu seiner berühmten Unbestimmtheitsrelation, die der Schlüssel der ganzen Quantenmechanik geworden ist. Sie besagt: Es ist grundsätzlich unmöglich, den Ort und den Impuls einer subatomaren Partikel genau zu messen. Entweder ist die Ortskenntnis exakt, dann wächst der Impuls ins Unmeßbare; oder der Impulswert ist bestimmbar, dann verschwimmt die Partikel

im Raum. Die raumzeitliche Lokalisierung einerseits und die energetische Beschreibung andererseits sind zwei verschiedene Ebenen derselben Wirklichkeit, nämlich Korpuskel und Welle, die sich aber gegenseitig ausschließen.

Diese Unbestimmtheit liegt nicht an den Instrumenten oder an der Unfähigkeit des Beobachters, sondern sie liegt im Wesen der subatomaren Teilchen selbst. Die Natur der Elementarteilchen ist so beschaffen, daß beide Zustandsgrößen nicht zusammen gemessen werden können. Man kann daher in der Mikro-Physik nicht zugleich von dem Ort und der Geschwindigkeit einer Partikel sprechen. Da für die Elementarteilchen also kein genau definierter Zustand angegeben werden kann, ist die Gegenwart nicht restlos beschreibbar und damit die Zukunft nicht vorausberechenbar. Es kann also keine determinierte Kausalität geben, sagt Heisenberg, weil wir die Gegenwart prinzipiell nicht in allen Bestimmungsstücken kennen. Aus diesen Gründen scheint für die moderne Physik der Kausalsatz als definitiv überwunden zu gelten.

Schrödinger kommt auf einem ganz anderen Wege zu derselben Folgerung. Er ist der Begründer der Wellenmechanik. Nach den Voraussetzungen von de Broglie, daß die Materie Wellencharakter hat, geht er von der Forderung aus, daß es keine Korpuskeln gibt, sondern nur Wellenerscheinungen, wenn auch diese Wellen in vielfältigen Formen zusammengebündelt geradezu als Wellenpakete auftreten. Physikalisch werden die korpuskularen Teilchen als in Wellen aufgelöst betrachtet und mathematisch wie normale Wellenvorgänge behandelt, die durch Schwingungszahl und Länge bestimmbar sind. Alle Vor-

gänge im Atom lassen sich erklären, wenn man die Elementarteilchen nicht für Korpuskeln, sondern für Materiewellen erklärt. Was eigentlich in der Welle schwingt, kann Schrödinger nicht angeben. Die Masse verflüchtigt sich in einen Vorgang, der sich mathematisch durch eine Wellenbewegung beschreiben läßt. Schrödinger macht die Annahme, daß die Wellen durch ihre Stärke, d. h. durch die größtmögliche Amplitude, die Dichte der elektrischen Ladung messen, die der Materie – in diesem Falle dem Elektron – zukommt. Diese periodische Veränderung der Ladungsdichte, die durch den physikalischen Ausdruck eines Feldskalars  $\psi$  bezeichnet wird, macht also die Welle aus. Aber die Folgerungen der Theorie haben gezeigt, daß diese Deutung der Materiewellen nicht durchführbar ist. Wir haben für diese physikalische Größe, die das Eigentliche der Materie darstellt, keine reale Deutung mehr. Born und Jordan wiesen nach, daß man diesem letzten Träger der Materiewelle, dieser  $\psi$ -Funktion, keine andere Deutung geben kann, als daß sie die mathematische Wahrscheinlichkeit ausdrückt, in einem Raumpunkt zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Elektron oder Neutron oder Proton usw. anzutreffen. Die Wellenberge geben nach Born bei der Materiewelle die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein der Partikel an. Die Wellen können sich durch Interferenz verstärken und auslöschen. Wenn sie sich verstärken, wird der Wellenberg hoch, und dadurch wird die Wahrscheinlichkeit groß, die Partikel anzutreffen. Löschen sie sich aus, dann ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering. Daher spricht man auch von Wahrscheinlichkeitswelle.

Eine mathematische Wahrscheinlichkeit ist aber keine physikalische Realität mehr, wie Geschwindigkeit, Ener-

gie usw. Mit dieser neuen Deutung entschwindet uns die feste Materie geradezu unter den Händen. Was übrigbleibt, ist eine Art mathematischer Formalismus: Es schwingt die periodisch veränderliche Wahrscheinlichkeit, in einem Raumpunkt ein Elektron anzutreffen. Heisenberg deutet einmal diesen Feldskalar als eine Potenz im aristotelischen Sinn.

## WAHRSCHEINLICHKEITEN ZWEITER ORDNUNG IM WIDERSTREIT

Wir enden also wiederum bei der Wahrscheinlichkeit, genauso wie bei der Quantenmechanik. Nur liegen diese Wahrscheinlichkeiten tiefer als die des statistischen Determinismus, von dem wir bei der kinetischen Gastheorie gesprochen haben, die sich durch einen verborgenen kausalen Parameter auszeichnet. Es ist also hier ebenso unmöglich, etwas über den Gegenwartszustand auszusagen; und damit ist es unmöglich, im Sinne der physikalischen Kausalität etwas vorauszuberechnen.

Die Wahrscheinlichkeitsdeutung Heisenbergs und Schrödingers, d. h. der Quanten- und der Wellenmechanik, geht nicht hinaus auf einen verborgenen Parameter, der dem formulierten Gesetz zugrunde liegt, sondern diese Wahrscheinlichkeit ist grundsätzlicher.

Hier kann auch kein Laplace'scher Geist einen Parameter berechnen. Nur im Augenblick der Beobachtung oder einer Messung kann sich ein Korpuskel flüchtig offenbaren, mit wohl definierter Lage oder Geschwindigkeit oder als Wahrscheinlichkeitswelle. Diese Zustände sind aber grundsätzlich nicht vorausberechenbar! Hier ist eine besondere Art von Zufall und Indeterminismus! Ja der Physiker v. Neumann hat 1932 bewiesen, daß die Wellenmechanik und die moderne Quantenphysik mit der Existenz verborgener Parameter unverträglich sind.

Gegen diese Deutung der Quantenphysik hat von Anfang an Einstein Stellung genommen. Er hat immer wieder

darauf hingewiesen, daß die Physik deterministisch sein müsse; ebenso haben Planck und de Broglie diese Position eingenommen. De Broglie hat mit seinem jüngst erschienenen Buch «Wird die Quantenphysik indeterministisch bleiben?»<sup>7</sup> die ganzen Fragen wieder aufgerollt. Einstein hat große Zurückhaltung in all dem gezeigt. Er schreibt einmal an Max Born, den großen Physiker, früher in Göttingen:

«In unserer wissenschaftlichen Entwicklung haben wir uns zu Antipoden entwickelt. Du glaubst an den würfeln den Gott und ich an die volle Gesetzlichkeit in einer Welt von etwas objektiv Seiendem, das ich auf wild spekulativem Wege zu erhaschen suche. Ich hoffe, daß einer einen mehr realistischen Weg bzw. eine mehr greifbare Unterlage für eine solche Auffassung finden wird, als es mir gegeben ist. Der große anfängliche Erfolg der Quantentheorie kann mich doch nicht zum Glauben an das fundamentale Würfelspiel bringen<sup>8</sup>.»

Noch deutlicher wird dies durch eine weitere Aussage Einsteins einige Jahre später (wiederum in einem Brief an M. Born):

«Meine physikalische Haltung kann ich Dir nicht so begründen, daß Du sie irgendwie vernünftig finden würdest. Ich sehe natürlich ein, daß die prinzipielle statistische Betrachtungsweise, deren Notwendigkeit im Rahmen des bestehenden Formalismus ja zuerst von Dir klar erkannt wurde, einen bedeutenden Wahrheitsgehalt hat. Ich kann aber deshalb nicht ernsthaft daran glauben, weil die Theorie mit dem Grundsatz unvereinbar ist, daß die Physik eine Wirklichkeit in Zeit und Raum darstellen soll, ohne spukhafte Fernwirkungen... Davon bin ich fest überzeugt, daß man schließlich bei einer Theorie landen wird, deren gesetzmäßig verbundene Dinge nicht Wahrschein-

## WAHRSCHEINLICHKEITEN ZWEITER ORDNUNG IM WIDERSTREIT

Wir enden also wiederum bei der Wahrscheinlichkeit, genauso wie bei der Quantenmechanik. Nur liegen diese Wahrscheinlichkeiten tiefer als die des statistischen Determinismus, von dem wir bei der kinetischen Gastheorie gesprochen haben, die sich durch einen verborgenen kausalen Parameter auszeichnet. Es ist also hier ebenso unmöglich, etwas über den Gegenwartszustand auszusagen; und damit ist es unmöglich, im Sinne der physikalischen Kausalität etwas vorauszuberechnen.

Die Wahrscheinlichkeitsdeutung Heisenbergs und Schrödingers, d. h. der Quanten- und der Wellenmechanik, geht nicht hinaus auf einen verborgenen Parameter, der dem formulierten Gesetz zugrunde liegt, sondern diese Wahrscheinlichkeit ist grundsätzlicher.

Hier kann auch kein Laplace'scher Geist einen Parameter berechnen. Nur im Augenblick der Beobachtung oder einer Messung kann sich ein Korpuskel flüchtig offenbaren, mit wohl definierter Lage oder Geschwindigkeit oder als Wahrscheinlichkeitswelle. Diese Zustände sind aber grundsätzlich nicht vorausberechenbar! Hier ist eine besondere Art von Zufall und Indeterminismus! Ja der Physiker v. Neumann hat 1932 bewiesen, daß die Wellenmechanik und die moderne Quantenphysik mit der Existenz verborgener Parameter unverträglich sind.

Gegen diese Deutung der Quantenphysik hat von Anfang an Einstein Stellung genommen. Er hat immer wieder

darauf hingewiesen, daß die Physik deterministisch sein müsse; ebenso haben Planck und de Broglie diese Position eingenommen. De Broglie hat mit seinem jüngst erschienenen Buch «Wird die Quantenphysik indeterministisch bleiben?»<sup>7</sup> die ganzen Fragen wieder aufgerollt. Einstein hat große Zurückhaltung in all dem gezeigt. Er schreibt einmal an Max Born, den großen Physiker, früher in Göttingen:

«In unserer wissenschaftlichen Entwicklung haben wir uns zu Antipoden entwickelt. Du glaubst an den würfeln den Gott und ich an die volle Gesetzmäßigkeit in einer Welt von etwas objektiv Seiendem, das ich auf wild spekulativem Wege zu erhaschen suche. Ich hoffe, daß einer einen mehr realistischen Weg bzw. eine mehr greifbare Unterlage für eine solche Auffassung finden wird, als es mir gegeben ist. Der große anfängliche Erfolg der Quantentheorie kann mich doch nicht zum Glauben an das fundamentale Würfelspiel bringen<sup>8</sup>.»

Noch deutlicher wird dies durch eine weitere Aussage Einsteins einige Jahre später (wiederum in einem Brief an M. Born):

«Meine physikalische Haltung kann ich Dir nicht so begründen, daß Du sie irgendwie vernünftig finden würdest. Ich sehe natürlich ein, daß die prinzipielle statistische Betrachtungsweise, deren Notwendigkeit im Rahmen des bestehenden Formalismus ja zuerst von Dir klar erkannt wurde, einen bedeutenden Wahrheitsgehalt hat. Ich kann aber deshalb nicht ernsthaft daran glauben, weil die Theorie mit dem Grundsatz unvereinbar ist, daß die Physik eine Wirklichkeit in Zeit und Raum darstellen soll, ohne spukhafte Fernwirkungen . . . Davon bin ich fest überzeugt, daß man schließlich bei einer Theorie landen wird, deren gesetzmäßig verbundene Dinge nicht Wahrschein-

lichkeiten, sondern gedachte Tatbestände sind, wie man es bis vor kurzem als selbstverständlich betrachtet hat. Zur Begründung meiner Überzeugung kann ich aber nicht logische Gründe, sondern nur meinen kleinen Finger als Zeugen beibringen, also keine Autorität, die außerhalb meiner Haut irgendwelchen Respekt einflößen kann.»

Ob diese Auseinandersetzung damit zusammenhängt, daß die Elementarteilchen nicht mehr im strengen Sinne so sind, daß man sie unbekümmert als das «*eigentliche Wirkliche*» bezeichnen kann? Es fehlen ihnen die sogenannten sekundären Sinnesqualitäten wie Farbe, Wärme, Impuls- resp. Ortsbestimmbarkeit. Heisenberg sagte in seiner Rede am 4. September 1958 in Genf bei den «Internationalen Begegnungen» über das Thema: «Die Planck'sche Entdeckung und die philosophischen Probleme der Atomphysik»:

«Denn diese Elementarteilchen sind, wenn die Quantentheorie zu Recht besteht, eben nicht mehr in dem gleichen Sinne wirklich, wie die Dinge des täglichen Lebens, die Bäume oder die Steine, sondern sie erscheinen eher als Abstraktionen, die aus dem im eigentlichen Sinne wirklichen Beobachtungsmaterial gewonnen sind...»

Wir kommen also wohl nicht um den Schluß herum, daß unsere frühere Wirklichkeitsvorstellung im Gebiete der Atome nicht mehr anwendbar ist, und daß wir in sehr schwierige Abstraktionen hineingerieten, wenn wir die Atome als das «*eigentlich Wirkliche*» bezeichnen wollten. Im Grunde ist durch die moderne Physik schon der Begriff des «*eigentlich Wirklichen*» diskreditiert worden<sup>9</sup>.»

Der Hinweis auf das «*eigentlich Wirkliche*» und auf das, was hinter den Zeigerablesungen, Frequenzen und Energieniveaus steht, gibt uns den Weg für die Lösung un-

serer Frage an. Es gibt eine objektive physikalische Wirklichkeit mit Wirkung und Gegenwirkung, wenn wir auch die anschaulichen Bilder der Makrowelt im subatomaren Bereich nicht anwenden können. Manche Sinnesqualitäten verlieren im Atominnern ihren Sinn; ein Elektron z. B. kann keine Farbe haben; aber es existiert außerhalb unserer Sinne und unseres Bewußtseins.

In dieser Frage hat eine jahrelange Diskussion im Bereich des dialektischen Materialismus stattgefunden. Seit 1956 hat die «Deutsche Zeitschrift für Philosophie» über den Stand der Aussprache berichtet<sup>10</sup>. Die Schwierigkeit des Problems wird dabei sichtbar<sup>11</sup>.

Nur der positivistische Naturforscher, der die Wirklichkeit mit Sinnesempfindungen gleichsetzt, wird die Frage nach der Kausalität als sinnlos ablehnen und die Problematik als erledigt betrachten. Wer aber an die Objektivität dieser Welt glaubt, der wird aus den Ergebnissen der Quanten- und Wellenmechanik nur den Schluß ziehen, daß wir heute die kausalen Zusammenhänge im Atominnern nicht restlos nachprüfen können. Die Nachprüfbarkeit – auch mit den feinsten Instrumenten – ist behindert, weil sich das Objekt unter den Händen des Forschers verändert. Die Vorausberechenbarkeit im exakten Sinne ist im subatomaren Bereich nicht möglich. Atomphysikalisch können wir also den Kausalsatz nicht begründen.

Der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung im Atomphysikalischen ist nur vom metaphysischen Kausalitätsprinzip aus zu erhärten. Daß es aber ein ursachloses Geschehen oder einen Zufallsablauf geben sollte, wo verschiedene nicht nachprüfbare Ursachen *willkürlich*, d. h. ohne Determination sich zusammenfinden und Wirkungen erzeugen, ist nach dem metaphysischen Kausalitäts-

lichkeiten, sondern gedachte Tatbestände sind, wie man es bis vor kurzem als selbstverständlich betrachtet hat. Zur Begründung meiner Überzeugung kann ich aber nicht logische Gründe, sondern nur meinen kleinen Finger als Zeugen beibringen, also keine Autorität, die außerhalb meiner Haut irgendwelchen Respekt einflößen kann.»

Ob diese Auseinandersetzung damit zusammenhängt, daß die Elementarteilchen nicht mehr im strengen Sinne so sind, daß man sie unbekümmert als das «*eigentliche Wirkliche*» bezeichnen kann? Es fehlen ihnen die sogenannten sekundären Sinnesqualitäten wie Farbe, Wärme, Impuls- resp. Ortsbestimmbarkeit. Heisenberg sagte in seiner Rede am 4. September 1958 in Genf bei den «Internationalen Begegnungen» über das Thema: «Die Planck'sche Entdeckung und die philosophischen Probleme der Atomphysik»:

«Denn diese Elementarteilchen sind, wenn die Quantentheorie zu Recht besteht, eben nicht mehr in dem gleichen Sinne wirklich, wie die Dinge des täglichen Lebens, die Bäume oder die Steine, sondern sie erscheinen eher als Abstraktionen, die aus dem im eigentlichen Sinne wirklichen Beobachtungsmaterial gewonnen sind...

Wir kommen also wohl nicht um den Schluß herum, daß unsere frühere Wirklichkeitsvorstellung im Gebiete der Atome nicht mehr anwendbar ist, und daß wir in sehr schwierige Abstraktionen hineingerieten, wenn wir die Atome als das «*eigentlich Wirkliche*» bezeichnen wollten. Im Grunde ist durch die moderne Physik schon der Begriff des «*eigentlich Wirklichen*» diskreditiert worden<sup>9</sup>.»

Der Hinweis auf das «*eigentlich Wirkliche*» und auf das, was hinter den Zeigerablesungen, Frequenzen und Energieniveaus steht, gibt uns den Weg für die Lösung un-

serer Frage an. Es gibt eine objektive physikalische Wirklichkeit mit Wirkung und Gegenwirkung, wenn wir auch die anschaulichen Bilder der Makrowelt im subatomaren Bereich nicht anwenden können. Manche Sinnesqualitäten verlieren im Atominnern ihren Sinn; ein Elektron z. B. kann keine Farbe haben; aber es existiert außerhalb unserer Sinne und unseres Bewußtseins.

In dieser Frage hat eine jahrelange Diskussion im Bereich des dialektischen Materialismus stattgefunden. Seit 1956 hat die «Deutsche Zeitschrift für Philosophie» über den Stand der Aussprache berichtet<sup>10</sup>. Die Schwierigkeit des Problems wird dabei sichtbar<sup>11</sup>.

Nur der positivistische Naturforscher, der die Wirklichkeit mit Sinnesempfindungen gleichsetzt, wird die Frage nach der Kausalität als sinnlos ablehnen und die Problematik als erledigt betrachten. Wer aber an die Objektivität dieser Welt glaubt, der wird aus den Ergebnissen der Quanten- und Wellenmechanik nur den Schluß ziehen, daß wir heute die kausalen Zusammenhänge im Atominnern nicht restlos nachprüfen können. Die Nachprüfbarkeit — auch mit den feinsten Instrumenten — ist behindert, weil sich das Objekt unter den Händen des Forschers verändert. Die Vorausberechenbarkeit im exakten Sinne ist im subatomaren Bereich nicht möglich. Atomphysikalisch können wir also den Kausalsatz nicht begründen.

Der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung im Atomphysikalischen ist nur vom metaphysischen Kausalitätsprinzip aus zu erhärten. Daß es aber ein ursachloses Geschehen oder einen Zufallsablauf geben sollte, wo verschiedene nicht nachprüfbare Ursachen *willkürlich*, d. h. ohne Determination sich zusammenfinden und Wirkungen erzeugen, ist nach dem metaphysischen Kausalitäts-

prinzip unmöglich. Dieses metaphysische Kausalitätsprinzip ist ein apriorischer Satz und bedarf nicht der Bestätigung durch das Experiment. Von ihm her wissen wir um die Determiniertheit auch des atomaren Geschehens, selbst wenn für das Forschen des Menschen unüberwindliche Schranken errichtet sein sollten. Für Gott, den Schöpfer und Vollender, liegt die Zukunft offen dar.

Die Tendenz der modernen Atomphysik geht auf Einfachheit hin. Wenn auch die Zahl der Elementarteilchen sich ständig vergrößert, so ist doch ihre Wechselwirkung deutlich durch stärkere Einheitlichkeit gekennzeichnet. Ob nicht die weitere Kenntnis des Atomaren uns neue Zusammenhänge und Methoden aufdeckt, aus denen wir den kausalen Zusammenhang allen physikalischen Geschehens deutlicher erkennen und die Schichten der irdischen Wirklichkeit besser unterscheiden in die Bereiche der Makro- und der Mikrowelt; da aber wird mit unverwechselbarer Eindringlichkeit das Kennzeichen dieser Wirklichkeit sichtbar: ihre Kontingenz, d. h. ihre Herkunft von Dem, der alles erschaffen hat.

### 3. Kapitel

## DIE WELT DER STERNE

prinzip unmöglich. Dieses metaphysische Kausalitätsprinzip ist ein apriorischer Satz und bedarf nicht der Bestätigung durch das Experiment. Von ihm her wissen wir um die Determiniertheit auch des atomaren Geschehens, selbst wenn für das Forschen des Menschen unüberwindliche Schranken errichtet sein sollten. Für Gott, den Schöpfer und Vollender, liegt die Zukunft offen dar.

Die Tendenz der modernen Atomphysik geht auf Einfachheit hin. Wenn auch die Zahl der Elementarteilchen sich ständig vergrößert, so ist doch ihre Wechselwirkung deutlich durch stärkere Einheitlichkeit gekennzeichnet. Ob nicht die weitere Kenntnis des Atomaren uns neue Zusammenhänge und Methoden aufdeckt, aus denen wir den kausalen Zusammenhang allen physikalischen Geschehens deutlicher erkennen und die Schichten der irdischen Wirklichkeit besser unterscheiden in die Bereiche der Makro- und der Mikrowelt; da aber wird mit unverwechselbarer Eindringlichkeit das Kennzeichen dieser Wirklichkeit sichtbar: ihre Kontingenz, d. h. ihre Herkunft von Dem, der alles erschaffen hat.

### 3. Kapitel

## DIE WELT DER STERNE

Wir dürfen die allgemeine Kenntnis unseres Sternenhimmels voraussetzen. Die einschlägigen Bücher informieren umfassend. Unserem Thema entsprechend muß uns das Werden des Weltalls beschäftigen. So wollen wir einiges über die physikalischen Zustandsgrößen der Sterne erfahren, über ihre Klassifizierung, ihre Leuchtkraft und ihre Masse, um daraus die Sternentwicklung ablesen zu können.

## PHYSIKALISCHE ZUSTANDSGRÖSSEN DER STERNE

Nachdem durch Kepler vor allem die reine Geometrie des Himmels zur Bewegungslehre des Himmels, zur Kinetik geworden war – zusammengefaßt in den drei Keplerschen Gesetzen –, setzten die Astronomen des 17. und 18. Jahrhunderts bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts diese Aufgabe fort. W. Herschel begründet die Stellar-Astronomie; es beginnt eine Zeit der Präzisions-Positions-Astronomie. Man durchlotet den Raum, sucht die Verteilung der Sterne zu begreifen und will möglichst genau die «Sternörter» festlegen.

Die Bonner Durchmusterung aller Sterne bis zur 9. Größe, von Argelander begonnen, wird von Schönfeld weitergeführt; das gleiche geschieht für den Südhimmel durch Gould in der Corboda-Durchmusterung. Die photometrische Untersuchung hat die Spektralanalyse in den Dienst der Astronomie gestellt. Die Häufung der Linien im Spektrum, ihre Intensität, ihre Zahl, ihre Breite, ihre Verschiebung wurden die Quellen, aus denen der Astronom Antwort auf seine neuen Fragen bekam.

Hier beginnt das Gebiet der Astrophysik, da jetzt Fragen nach dem physikalischen Zustand der Sternenmaterie an der Oberfläche der Sterne oder in ihrem Innern gestellt werden. Es war möglich, aus den Spektren herauszulesen, wie hoch die Temperatur des Sternes ist; es konnte gefragt werden nach dem Massendruck und der Dichte der

kosmischen Materie. Die Dimensionen der Sterne konnten erschlossen werden, die dem sehenden Auge nur als verzerrter Lichtpunkt erscheinen. Die elektrischen und magnetischen Felder in den Atmosphären der Sterne, ihre Achsenrotation und ihre gegenseitige Umlaufbewegung, die Radialgeschwindigkeit auf uns zu oder von uns ab, konnten auf Grund der Dopplerschen Verschiebung der Spektrallinie erkannt und berechnet werden.

Die Frage nach der Quelle der Energie der Sonnen- und der Sternenstrahlung kann beantwortet werden, und die veränderlichen Sterne, die Novae und Supernovae, werden in die Untersuchung mit Erfolg einbezogen. Quantenphysikalische und relativistische Gesetze werden angewandt und geben völlig neue Einsichten. Heute kann der Astrophysiker über den Entwicklungsgang fernster Himmelskörper bessere Aussagen machen als über unser eigenes Planetensystem. In den Sternenweiten hat der Astronom bei den vielen Fixsternen andere Vergleichsmöglichkeiten als bei dem Planetensystem, das in seiner Einmaligkeit für ihn keine parallelen Bildungen zur Befragung kennt. Hinzu kommt, daß wir im Planetensystem leben; so sind die Aussagen schwieriger, als wenn wir aus der Entfernung das Ganze überschauen könnten. Kienle vergleicht einmal die Aufgabe, die von den Astronomen zu lösen ist, mit der Absicht eines Menschen, der in einem Paddelboot mitten auf dem Ozean herumfährt und die ozeanischen Meeresströmungen feststellen will. Diesen vielfältigen Möglichkeiten entspricht eine reiche Ausbeute. Neben dem Stellar-Katalog gibt es jetzt photometrische Kataloge: so die Harvard-Photometrie und die Potsdamer photometrische Durchmusterung und andere. Bezogen auf die absolute Helligkeit wird die Sonne zu einem Stern 5. Größe mit der Helligkeit 4,85 M (gespro-

chen: 4,85 Magnitudo; die absolute Helligkeit wird mit  $M$ , die scheinbare mit  $m$  bezeichnet). Sie wäre dann noch gerade mit freiem Auge zu erkennen, etwa in der halben Helligkeit des Reiterleins an der Deichsel des Großen Bären. Nach ihrer scheinbaren Helligkeit müßte man sie mit der negativen Zahl belegen, und zwar mit  $-26,72$  m. Der Himmel zeigt uns nach den Beobachtungen astrophysikalischer Art Sterne von der absoluten Helligkeit von  $-9$  M; d. h. dieser Stern hat 350 000fache Lichtstärke der Sonne.

Das Spektralband offenbart uns auch das wichtige Unterscheidungsmerkmal der Farbe der Sterne: blaue, weiße, gelbliche, gelbe und rote Sterne. Die Farbe ist ein Zeichen der Oberflächentemperatur. Rotglühende und weißglühende Metalle sind der Temperatur nach verschieden. Die Harvard-Klassifikation kennt entsprechend den Spektralklassen verschiedene Klassentypen, die durch große Buchstaben gekennzeichnet sind: O, B, A, F, G, K, M, N, P, R, S. Man sieht an dieser Reihe, daß gewisse Buchstaben ausgefallen sind, daß andererseits manche Buchstaben ihren Platz gewechselt haben entsprechend den fortschreitenden Erkenntnissen.

Innerhalb der einzelnen Klassen gibt es noch die unterscheidenden Ziffern von 0–9. Ein Stern der Spektralklasse A 3 ist heißer als ein Stern der Spektralklasse A 9.

Die Klasse O, die höchste Klasse, enthält Sterne mit Absorptionslinien; es sind heißeste und auch seltenste Sterne, die Wolf-Rayet-Sterne, wie sie nach ihren Entdeckern genannt werden. Sie haben eine blauweiße Färbung.

Die Klasse B enthält die sogenannten blauen Heliumsterne.

Die Klasse A enthält die weißen Sterne = Wasserstoffsterne mit starken H-Linien.

Die Klasse F umfaßt die gelblicheren Sterne. } mit  
Die Klasse G sind die ausgesprochen gelben } Sonnen-  
Sterne, so unsere Sonne. } spektrum

Die Klasse K sind die tiefgelben Calciumsterne.

Die Klassen M, N, R, S umfassen die gelbroten und roten Sterne.

Die Klasse M sind die meist veränderlichen Sterne, reich an Titanoxyd.

Die Klasse N sind die übrigen veränderlichen Sterne.

Die Klasse P sind die Nebel in der Art unserer Milchstraße.

Einige Beispiele<sup>1</sup>:

B o = 22 000° z. B. Orion

A o = 13 500° z. B. Sirius

F o = 8 500° z. B. Zwillinge

G o = 5 800° z. B. Kapella

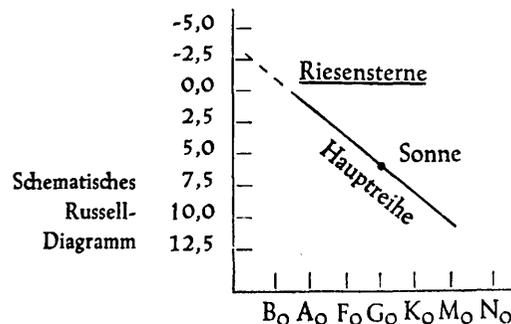
K o = 4 400° z. B. Arktur im Bootes

M o = 3 250° z. B. Beteigeuze im Orion

## DIE STERN-ENTWICKLUNG

### Das Hertzsprung-Russell-Diagramm und seine Deutung

Der englische Astronom Russell hat an Hand einer solchen Sternstatistik die Helligkeitswerte und Spektralwerte nach Klassen zusammengestellt und so sein bekanntes Russell-Diagramm gezeichnet, das immer weiter verbessert wurde. Nach der Mitarbeit von Hertzsprung trägt es den Namen Hertzsprung-Russell-Diagramm: Auf der Ordinate wurden die absoluten Helligkeiten und auf der Abszisse die Temperaturklassen eingetragen. Man hätte eigentlich erwarten müssen, daß es Sterne aller Größen und aller Klassen gäbe, so daß das Diagramm sich völlig mit Punkten füllen würde. Aber es zeigt sich, daß es bevorzugte Stellen gibt, die, wenn auch vieles noch ungeklärt war, die folgende Deutung der Sternentwicklung bisher zuließ.



Die Klasse A enthält die weißen Sterne = Wasserstoffsterne mit starken H-Linien.

Die Klasse F umfaßt die gelblicheren Sterne. } mit  
Die Klasse G sind die ausgesprochen gelben } Sonnen-  
Sterne, so unsere Sonne. } spektrum

Die Klasse K sind die tiefgelben Calciumsterne.

Die Klassen M, N, R, S umfassen die gelbroten und roten Sterne.

Die Klasse M sind die meist veränderlichen Sterne, reich an Titanoxyd.

Die Klasse N sind die übrigen veränderlichen Sterne.

Die Klasse P sind die Nebel in der Art unserer Milchstraße.

Einige Beispiele<sup>1</sup>:

B o = 22 000° z. B. Orion

A o = 13 500° z. B. Sirius

F o = 8 500° z. B. Zwillinge

G o = 5 800° z. B. Kapella

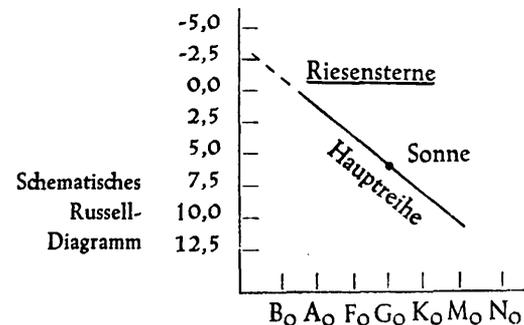
K o = 4 400° z. B. Arktur im Bootes

M o = 3 250° z. B. Beteigeuze im Orion

## DIE STERN-ENTWICKLUNG

### Das Hertzsprung-Russell-Diagramm und seine Deutung

Der englische Astronom Russell hat an Hand einer solchen Sternstatistik die Helligkeitswerte und Spektralwerte nach Klassen zusammengestellt und so sein bekanntes Russell-Diagramm gezeichnet, das immer weiter verbessert wurde. Nach der Mitarbeit von Hertzsprung trägt es den Namen Hertzsprung-Russell-Diagramm: Auf der Ordinate wurden die absoluten Helligkeiten und auf der Abszisse die Temperaturklassen eingetragen. Man hätte eigentlich erwarten müssen, daß es Sterne aller Größen und aller Klassen gäbe, so daß das Diagramm sich völlig mit Punkten füllen würde. Aber es zeigt sich, daß es bevorzugte Stellen gibt, die, wenn auch vieles noch ungeklärt war, die folgende Deutung der Sternentwicklung bisher zuließ.



Die Sterne beginnen ihre Entwicklung als rote Riesen, wie die Beteigeuze im Orion, ein Riesengasball von der Ausdehnung des Sonnensystems bis zur Marsbahn, d. h. der Durchmesser des Sternes ist doppelt so groß wie die Entfernung von der Sonne bis zum Mars; ebenso Arktur im Bootes, Antares im Skorpion und Aldebaran im Stier. Die Verdichtung des Sternes nimmt zu, und damit steigt die Temperatur. Von der Klasse M ändert sich der Stern über die Zustände G und F und gelangt schließlich in die Klassen A und B. Es kommt ein Stillstand: Der Strahlungsdruck verhindert ein höheres Ansteigen der Temperatur durch Zusammenziehung, und schließlich nimmt die Temperatur wieder ab: Der Stern wird gelb, rotglühend, altert und verliert an Umfang, so daß er zum roten Zwerg wird und sich schließlich als dunkler Stern im Weltall verliert. Danach ist unsere Sonne auf dem absteigenden Ast und nähert sich dem roten Zwergstadium.

In den letzten zehn Jahren ist die Theorie der Sternentwicklung sehr vorgeschritten. Man ging aus vom Sternaufbau, der Energieerzeugung und Energieströmung. Dadurch wurde das bisherige Bild der Entwicklung nach dem Hertzsprung-Russell-Diagramm völlig verändert. Es gibt weiße Zwerge und weiße Riesen, die sich nicht aus dem Diagramm erklären lassen. Die weißen Zwerge sind seltener, z. B. der Begleiter des Sirius. Der Größe nach hat er nur 0,03 des Sonnendurchmessers, aber dennoch 0,35 Sonnengewicht. Er ist also rund 31 000mal dichter als die Sonne. Ein Fingerhut voll dieses Sterninnern hat das Gewicht von 31 kg. Die schwersten weißen Zwergsterne sind bis zu 10millionenmal dichter als Wasser. Das bedeutet, daß die atomare Form des Gases verlorengegangen ist. Die Elektronen sind verschwunden, und nur noch

die Kerne sind übriggeblieben. Es sind die sogenannten Neutronen-Sterne. Ebenso sind die  $\delta$ -Cephei-Sterne in diesem Diagramm nicht unterzubringen.

Eine kritische Untersuchung des Russell-Diagramms, in dem auch die übrigen Sterne einbegriffen wurden, zeigt, daß, wenn es auch überall Ausnahmen gibt, doch in dem Verhältnis absoluter Leuchtkraft und Temperatur die Sterne zahlenmäßig den Hauptast, die Hauptreihe, bevorzugen. Eine reelle Sternentwicklung ist also aus dem Diagramm nicht zu begründen. Trotzdem hat es sich im astronomischen Sprachgebrauch so eingebürgert, die Typen O - F 0 als die «frühen» Gruppen, die von F 1 - G 5 als die «mittleren» und die von G 5 an folgenden als die «späten» Typen zu bezeichnen, ohne damit eine Entwicklungsstufe bezeichnen zu wollen<sup>2</sup>.

Um weiterzukommen, hat man sich gefragt, wie die Beziehung zwischen Masse und absoluter Leuchtkraft aussieht. Die Doppelsterne sind dabei von besonderer Bedeutung, da man durch ihre Beobachtung die Masse der Sterne auf Grund des Gravitationsgesetzes feststellen kann. Fast ein Viertel aller Sterne sind Doppel- oder Mehrfachsterne. Die Beobachtung zeigt, daß geringe Massenunterschiede bei visuellen Doppelsternen, deren Bahn bekannt war, gewaltige Helligkeitsdifferenzen nach sich ziehen. Ebenso mußte das Phänomen der Nova- und Supernova-Sterne weiter untersucht und in Einklang mit dem Diagramm gebracht werden. Diese «neuen» Sterne zeigen eine plötzliche Ausdehnung und stoßen einen Teil der Masse in den Weltraum hinaus. Man erkannte, daß die «neuen» Sterne nichts anderes sind als gewöhnliche veränderliche Sterne, die wie die  $\delta$ -Cepheiden gewaltige Pulsationen haben, nur daß der Zyklus sich über Jahrhunderte erstreckt. Wir haben es 1946 erlebt, daß be-

kannte «neue» Sterne nach 80 bzw. 33 Jahren wieder aufleuchteten. Bei den sogenannten U-Geminorum-Sternen haben die Untersuchungen ergeben, daß sie alle paar Wochen bis Monate Helligkeitsausbrüche zeigen, bei denen die Helligkeit sich bis zum Hundertfachen des Normalen steigert. Bei einem Vertreter dieser Klasse haben sich in den letzten 60 Jahren über 400 solcher Ausbrüche feststellen lassen. Die Supernovae, bei denen sehr wahrscheinlich gewaltige Massen in das Weltall geschleudert werden und welche Lichtsteigerungen in hunderttausendfacher Weise erkennen lassen, scheinen daher ebenso periodisch zu sein wie die Novae und die anderen veränderlichen Sterne.

Man hat neben der Bedeutung der Masse eines Sterns für die Helligkeit auch die chemische Zusammensetzung des Sterns unter dieser Rücksicht einer Untersuchung unterzogen. Das Theorem von Vogt und Russell gibt über diesen Zusammenhang Auskunft. Heute nehmen die Astrophysiker generell an, daß die Sterne bis zur Größe der Sonne praktisch noch dieselbe Masse haben wie zur Zeit des Beginns ihrer Stabilitätsperiode.

## PROBLEME EINER THEORIE DER STERN-ENTSTEHUNG

Der Beweis dafür zwingt uns, hier schon in kurzer Zusammenfassung ein Bild der Sternentstehung zu geben, wie es nach den erst durch die elektronischen Maschinen möglich gewordenen Berechnungen sich uns darbietet.

Innerhalb der interstellaren Materie bilden sich beständig, also auch heute noch, Ballungen auf Grund der allgemeinen turbulenten Bewegung und auf Grund des Strahlungsdruckes benachbarter intensiv leuchtender Sterne. Diese Wolken kommen jedoch nur dann für Sternbildungen in Frage, wenn sie Materie von wenigstens tausend Sonnenmassen enthalten; normale Sterne bilden sich daher als Sternansammlungen, z. B. als Kugelsternhaufen. Die große Zahl der Gaskugeln unterschiedlicher Masse können so benachbart entstehen, daß sie unter dem Einfluß der Schwerkraft umeinander kreisen und so ein Doppelsternpaar bilden. Ähnlich mögen auch die Mehrfachsterne entstanden sein. Die Entstehung von massiven helleuchtenden O-Sternen läßt sich als Einzelvorgang aus einer Wolke von nur zehn Sonnemassen verstehen.

Der Verdichtung der Materiewolke folgt eine Zeit der Zusammenziehung der Gaskugel bis zu einem stationären Zustand, während dessen die ersten Kernprozesse bei einer Temperatur von  $10 \cdot 10^8$  Grad im Inneren ablaufen können (Proton-Proton-Prozeß), die für die Energieerzeu-

gung sorgen. Wenn die erste Kontraktion aufhört und ein Gleichgewichtszustand sich gebildet hat, hat der Stern die Hauptreihe des Hertzsprung-Russell-Diagramms erreicht. Je massereicher ein Stern ist, um so schneller kontrahiert er; je geringer seine Masse ist, um so langsamer geht der Prozeß vor sich. Das Schicksal des Sternes selbst ist bestimmt durch die Menge seiner Masse und die chemische Zusammensetzung. Da laufend Wasserstoff in Helium sich umsetzt, ändert sich, wenn auch langsam, so doch beständig, die Zusammensetzung der Sternmaterie. Für die Normalsterne gilt, daß praktisch die Sternmasse konstant bleibt und der Stern stabil ist. Die größte Lebenszeit verbringt der Stern in diesem Stadium.

Erst wenn der Wasserstoff zum größten Teil verbraucht ist, setzt eine zweite Kontraktion ein, und zwar des Heliumkernes des Sternes, bis die Energie des Sternes aus dem sogenannten Salpeterprozeß bei  $100 \cdot 10^6$  Grad geschöpft werden kann (der Prozeß wird nach dem Forscher E. E. Salpeter genannt). Das Endstadium eines solchen Sternes steht in der Theorie noch nicht fest; wahrscheinlich wird er zum weißen Zwerg, dessen Materie «entartet» ist. Langsam wird er erkalten, aber über Milliarden von Jahren hin, da die kleine Oberfläche nur wenig Energie abgibt. Bei den massereichen Sternen nimmt man an, daß bei dem Salpeterprozeß die Hülle sich ausdehnt und das Stadium eines roten Riesen beginnt. Vielleicht führen beide Stadien hin zu Pulsationen, Nova- und Supernova-Ausbrüchen.

Die Energiequelle, aus der der Stern seine Lichtenergie speist, ist der Aufbau des Wasserstoffs zu Helium. Es kann daher sein, daß die Sterne einen Teil ihres Wasserstoffs verbrauchen. Je weniger Wasserstoff aber da ist, um so größer wird die Leuchtkraft. Die Sonne nimmt daher

ständig an Leuchtkraft zu; sie ist also kein alter Stern, sondern ist noch in Entwicklung.

Die Eiszeiten auf der Erde können dann erklärt werden durch die Dunkelwolken, in denen sich augenblicklich die Sonne befindet und die die Leuchtkraft sehr schwächen. Vielleicht ist diese Hypothese die Lösung des Rätsels der Eiszeiten auf der Erde.

Die «Strahlungskurven»-Methode, wie sie vor allem Milankowitsch ausgearbeitet hat, geht von der Tatsache der kleinen, aber sehr regelmäßigen Schwankungen in der Neigung der Erdachse aus, in 40 000 Jahren zwischen  $22^\circ$  und  $24\frac{1}{2}^\circ$ . Dementsprechend wechselt auch die Strahlung, die ein Ort der Erde erhält, im Laufe der Jahrzehntausende. Die Berechnungen haben jedoch noch zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt, so daß man in der Bewertung geteilter Meinung ist. Über das Stadium einer Hypothese ist diese Methode bis jetzt nicht hinausgekommen<sup>3</sup>.

Auf jeden Fall scheinen in den Milliarden Jahren weder Masse noch chemische Zusammensetzung der Sonne und der ihr ähnlichen Fixsterne sich geändert zu haben.

Hinzu kommt die entscheidende Schwierigkeit, daß das Entwicklungsalter der Sterne von roten Riesen hin bis zu den roten Zwergen sich nach der früheren Deutung des Hertzsprung-Russell-Diagramms viel zu hoch errechnet. Es liegt in der Größenordnung von 1 bis 10 Billionen Jahren. Von anderen Bestimmungen verschiedenster Art her wissen wir aber, daß das Weltall nicht älter sein kann als höchstens 10 bis 20 Milliarden Jahre<sup>4</sup>.

Von der Ewigkeit des Weltalls zu sprechen, wagt der Astronom heute nicht mehr. Der Entropiesatz hat ihn vorsichtig gemacht. Jeder Vorgang in einem isolierten Gebilde hat nach dem zweiten Hauptsatz der Wärmelehre,

dem Entropiesatz, nur eine endliche Dauer. Danach beginnt alles in einem «geordneten» Zustand; z. B. bei einem Kessel heißen Wassers in einem kalten Zimmer. Es laufen so lange die Vorgänge ab, bis der «wahrscheinlichste» Zustand maximaler Unordnung erreicht ist, bis sich die Wärme — bei unserem Beispiel — im ganzen Zimmer gleichmäßig verteilt hat. Wenn dieser Zustand erreicht ist, geschieht nichts mehr. Der «Wärmetod» ist eingetreten. Diesen Verlauf kann man auf das Welt-system anwenden. Unsere Weltinsel, die Milchstraße, ist ein so isoliertes Gebilde und ebenso die anderen Nebelwelten; sie sind so weit voneinander isoliert, daß dieser Satz der Wärmelehre ohne weiteres Anwendung finden wird. Allgemein kann man sagen, daß jeder endliche Teil der Welt nur einen endlichen «Vorrat möglicher Ereignisse» hat<sup>5</sup>. Der Wärmetod bedeutet nicht, wie man oft lesen kann, daß alles in einem Chaos zusammenbricht; sondern er besteht in einer Erstarrung der Formen im physikalischen Gleichgewicht.

Die neueren Untersuchungen über den zweiten Hauptsatz der Wärmelehre haben uns gezeigt, daß man wohl unterscheiden muß zwischen der Entropie-Strömung und der Entropie-Erzeugung. Die Entropie-Erzeugung bleibt immer positiv, und so behält der von Clausius eingeführte Begriff des Wärmetodes seine Bedeutung<sup>6</sup>.

## DAS ALTER DER WELT

Die genauere Zeitbestimmung des Alters der Welt, macht deutlich, daß man von einem Anfangszustand beim Weltall reden muß.

Die Altersbestimmung ist als Zeitskala von größter Wichtigkeit für solche Hypothesen.

1. Zu kurze Zeiten: Wäre die Sonne ein Ofen, der geheizt werden müßte, um seine Wärme auszustrahlen, so ergibt eine einfache Rechnung, daß bei der jetzigen Strahlungsenergie der Sonne dieser Ofen auf der Sonne ständig auf  $5700^{\circ}$  gehalten werden müßte, und um diese Wärme zu erzeugen, müßte alle zwei Stunden ein ganzer Mond aus Kohle und alle sechs Tage eine ganze Erde aus Kohle verfeuert werden, und wenn die Sonne selbst aus bester Steinkohle bestände, wäre sie in 6000 Jahren restlos aufgezehrt und verbrannt.

Helmholtz hatte als Quelle für die Energieabgabe in Form der Strahlung bei der Sonne die Zusammenziehung ihrer Masse erklärt. Er errechnete damit ein Alter der Sonne als leuchtenden Fixsterns von ungefähr 20–40 Millionen Jahren. Ähnliche Werte fand man bei dem Abkühlungsprozeß der Erde oder aus der Zeit der vermuteten Ablösung des Mondes von der Erde. Eben solche Werte lieferten die Berechnungen über den Salzgehalt des Meeres, das ursprünglich Süßwasser war, so daß man das Alter

dem Entropiesatz, nur eine endliche Dauer. Danach beginnt alles in einem «geordneten» Zustand; z. B. bei einem Kessel heißen Wassers in einem kalten Zimmer. Es laufen so lange die Vorgänge ab, bis der «wahrscheinlichste» Zustand maximaler Unordnung erreicht ist, bis sich die Wärme – bei unserem Beispiel – im ganzen Zimmer gleichmäßig verteilt hat. Wenn dieser Zustand erreicht ist, geschieht nichts mehr. Der «Wärmetod» ist eingetreten. Diesen Verlauf kann man auf das Welt-system anwenden. Unsere Weltinsel, die Milchstraße, ist ein so isoliertes Gebilde und ebenso die anderen Nebelwelten; sie sind so weit voneinander isoliert, daß dieser Satz der Wärmelehre ohne weiteres Anwendung finden wird. Allgemein kann man sagen, daß jeder endliche Teil der Welt nur einen endlichen «Vorrat möglicher Ereignisse» hat<sup>5</sup>. Der Wärmetod bedeutet nicht, wie man oft lesen kann, daß alles in einem Chaos zusammenbricht; sondern er besteht in einer Erstarrung der Formen im physikalischen Gleichgewicht.

Die neueren Untersuchungen über den zweiten Hauptsatz der Wärmelehre haben uns gezeigt, daß man wohl unterscheiden muß zwischen der Entropie-Strömung und der Entropie-Erzeugung. Die Entropie-Erzeugung bleibt immer positiv, und so behält der von Clausius eingeführte Begriff des Wärmetodes seine Bedeutung<sup>6</sup>.

## DAS ALTER DER WELT

Die genauere Zeitbestimmung des Alters der Welt, macht deutlich, daß man von einem Anfangszustand beim Weltall reden muß.

Die Altersbestimmung ist als Zeitskala von größter Wichtigkeit für solche Hypothesen.

1. Zu kurze Zeiten: Wäre die Sonne ein Ofen, der geheizt werden müßte, um seine Wärme auszustrahlen, so ergibt eine einfache Rechnung, daß bei der jetzigen Strahlungsenergie der Sonne dieser Ofen auf der Sonne ständig auf  $5700^{\circ}$  gehalten werden müßte, und um diese Wärme zu erzeugen, müßte alle zwei Stunden ein ganzer Mond aus Kohle und alle sechs Tage eine ganze Erde aus Kohle verfeuert werden, und wenn die Sonne selbst aus bester Steinkohle bestände, wäre sie in 6000 Jahren restlos aufgezehrt und verbrannt. Helmholtz hatte als Quelle für die Energieabgabe in Form der Strahlung bei der Sonne die Zusammenziehung ihrer Masse erklärt. Er errechnete damit ein Alter der Sonne als leuchtenden Fixsterns von ungefähr 20–40 Millionen Jahren. Ähnliche Werte fand man bei dem Abkühlungsprozeß der Erde oder aus der Zeit der vermuteten Ablösung des Mondes von der Erde. Ebensolche Werte lieferten die Berechnungen über den Salzgehalt des Meeres, das ursprünglich Süßwasser war, so daß man das Alter

der Erde schon bis zu 20 Millionen Jahre glaubte angeben zu können. Diese Werte sind aber zu gering, wie die geologischen Daten auf der Erde zeigen.

2. Zu lange Zeiten: Die erste Deutung des Russell-Diagramms hatte zu der Ansicht geführt, daß unsere Sonnen als rote Riesen entstanden und über den Zustand großer Erhitzung der A- und B-Sterne (Orion) sich zusammengezogen haben, bis sie schließlich gelblich und kleiner wurden und als rote Zwerge sich im Weltall verloren. Diese Entwicklung benötigt mindestens 1–10 Billionen Jahre. Die Energiebilanz der Sonne für diese lange Zeit würde durch das Äquivalenzgesetz von Masse und Energie gesichert, das die Relativitätstheorie darbot<sup>7</sup>. Die Sternmasse kann zerstrahlen. Die Masse der Sonne ist so groß, daß für diese Zerstrahlung genügend Energie frei werden kann, um 10–15 Billionen Jahre leuchten zu können. Diese lange Zeitskala, die noch vor 40 Jahren allgemein angenommen wurde, gilt jetzt als überholt, weil sie mit anderen Erscheinungen, die wir im folgenden skizzieren, nicht zusammenklingt.

3. Die mittlere Zeitskala: Erst die Atomphysik gab sichere Unterlagen einer Berechnung, nämlich in der Zerfallsgeschwindigkeit von Uran und Thorium. Die Halbwertszeit, in der eine Menge Uran in Blei zerfällt, beträgt  $4\frac{1}{2}$  Milliarden Jahre. Aus der Menge Blei, die in einem Gestein vorhanden ist, läßt sich der Augenblick der Erstarrung feststellen und die bereits verflossene Zeitspanne errechnen. Die Methode, Helium als Zerfallsprodukt in uranhaltigem Gestein nachzuweisen, ist ungenauer, da Helium zu leicht aus dem Gestein entweichen kann. Trotzdem hat man diese Methode vor allem bei

Meteoriten anwenden können. Doch hat man erkennen müssen, daß auf dem weiten, ungeschützten Weg durch den Weltraum diese Eisenmeteoriten der Vollkraft der kosmischen Strahlung ausgesetzt gewesen sind. Eine Erzeugung von He durch kosmische Strahlung erscheint daher nicht ausgeschlossen. Ebenso muß man das Schicksal eines solchen Meteoriten betrachten, der vielleicht der Sonne so nahe gekommen ist, daß er geschmolzen ist. Das bedeutet ein zu junges geologisches Alter<sup>8</sup>. Die Untersuchung des Meteoriten, der zu Breitscheid in der Nähe von Gießen 1956 niedergefallen und von Prof. Paneth, Mainz, untersucht worden ist, scheint auch ein Alter von drei Milliarden Jahren aufzuweisen<sup>9</sup>. Diese Uran-Blei-Methode führte hin auf ein Alter der Erde von 2–3 Milliarden Jahren. Man wird einwenden können: Das ist erst die Zeit seit der Erstarrung des Erdkörpers; davor kann er ja unermeßliche Zeiträume als selbstleuchtender Körper sein Sternendasein gefristet haben. Das lange Sternendasein der Erde hat sich aber astronomisch nicht als haltbar gezeigt. Ein leuchtender Gasball von der geringen Masse unserer Erde hat keine Stabilität; er hätte sich im Augenblick, wie die Rechnung ergibt, in alle Himmelsweiten verflüchtigt. Falls die glutflüssige Oberfläche dagewesen ist, läßt sich ebenso nachrechnen, daß zur Erkaltung und Bildung der festen Stoffe infolge der Ausstrahlung, selbst bei höchster Anfangstemperatur, kaum 10 000 bis 15 000 Jahre nötig sind. «Die Geologie weiß nichts davon, ob die Erdoberfläche jemals flüssig war; eine erste Erstarrungskruste ist ihr nicht bekannt. Die ältesten Gesteine zeigen dieselben Strukturen, wie sie sich auch später zu allen Zeiten der Erdgeschichte gebildet haben. Die Geologie kennt keine Anzeichen, daß die Verhältnisse an der Erdoberfläche je-

mals von den heutigen stärker verschieden waren als etwa arktisches vom tropischen Klima<sup>10</sup>.»

Diese mittlere Zeitskala wird außerdem durch die ungleichmäßige Verteilung der Sterne und Nebel im Weltall bestätigt. Sowohl die Verteilung der Sterne in der Milchstraße als auch in den Spiralnebeln und die Existenz von Sternströmen, Sternhaufen und Sternwolken zeigen uns, daß eine weitgehende Gleichverteilung noch nicht erfolgt ist; ja der heutige Zustand ist so ungefähr das Gegenteil davon. Wäre die Welt älter als 10–20 Milliarden Jahre, müßte die Verteilung regelmäßiger sein.

Insbesondere hat der Hubble-Effekt dieses Zeitmaß nahegelegt. Hubble hat bei den Spiralnebeln eine sehr starke Verschiebung der roten Spektrallinien festgestellt. Je entfernter der Nebel ist, um so größer ist die Rotverschiebung. Diese Rotverschiebung der Spektrallinien ist man seit Doppler gewöhnt als Geschwindigkeitseffekt zu erklären. Die Geschwindigkeit wird um so größer, je weiter die Nebel entfernt sind, und sie erreicht dabei Größen von  $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$  der Lichtgeschwindigkeit = 100 000–150 000 km/sec.

Die Deutung dieser Rotverschiebung als Geschwindigkeitseffekt hat manche Gegner gefunden. Man glaubt aus gewissen Beobachtungen schließen zu können, daß der Energieverlust, der sich in der Rotverschiebung äußert, von den Lichtphotonen durch Wechselwirkung mit anderen Photonen bzw. Elementarteilchen auf dem Wege durch die Sternen- oder Sonnenatmosphäre erlitten wurde. Nachdem aber die Verschiebung des ganzen Spektrums, auch im Violetten, nachgewiesen werden konnte, hat die Deutung, daß die Länge des Lichtweges einen bestimmenden Einfluß hat, an Gewicht sehr verloren<sup>11</sup>.

Eine neue Bestätigung der Deutung der Rotverschiebung als Geschwindigkeitseffekt hat die Radioastronomie gebracht. Die sehr intensive Radioquelle in Richtung des Sternbildes Schwan, die weit außerhalb unseres Milchstraßensystems liegt, konnte als ein Zusammenstoß von zwei Galaxien gedeutet werden. Bei dem Zusammenprall der interstellaren Gasatome beider Systeme muß eine Radiostrahlung erzeugt werden. In der Tat konnte nachgewiesen werden, daß die 21-cm-Linie um den gleichen Betrag verschoben ist wie die optischen Linien<sup>12</sup>. Der Widerstand sowjetischer Forscher scheint aufgehört zu haben, seitdem auf der Konferenz der Kommission für Kosmogonie in Moskau N.A. Ambarzumian ausdrücklich sich zu der Dopplerschen Deutung bekannte<sup>13</sup>.

Es ist so, daß, von uns aus gesehen, nach allen Seiten die Nebelmassen fliehen. Rechnet man zurück und fragt sich, wann die gesamte uns bekannte Welt an einem Ort zusammengeballt war, so bekommt man in erstaunlicher Weise wiederum die mittlere Zeitskala, nämlich höchstens 10–20 Milliarden Jahre. Dieser Urstern hat uranfänglich dabei die gesamten Massen aller Weltinseln umfaßt und hatte nur die Ausdehnung unseres Sonnensystems gehabt.

Das Weltzeitalter, das nach der Neufestlegung der Hubble-Konstante sich mit  $13 \cdot 10^9$  Jahre berechnet und daher gemäß den Autoren einen unteren bzw. oberen Grenzwert von 10 bzw.  $20 \cdot 10^9$  Jahren besitzt, kann vielleicht eine Korrektur durch Überlegungen erfahren, die im Jahre 1937 Prof. Dirac (London) über die Gravitationskonstante anstellte und die heute neu in die Diskussion geworfen werden. Die Berechnungen des Weltzeitalters gehen von der Voraussetzung aus, daß die Gravi-

mals von den heutigen stärker verschieden waren als etwa arktisches vom tropischen Klima<sup>10</sup>.»

Diese mittlere Zeitskala wird außerdem durch die ungleichmäßige Verteilung der Sterne und Nebel im Weltall bestätigt. Sowohl die Verteilung der Sterne in der Milchstraße als auch in den Spiralnebeln und die Existenz von Sternströmen, Sternhaufen und Sternwolken zeigen uns, daß eine weitgehende Gleichverteilung noch nicht erfolgt ist; ja der heutige Zustand ist so ungefähr das Gegenteil davon. Wäre die Welt älter als 10–20 Milliarden Jahre, müßte die Verteilung regelmäßiger sein.

Insbesondere hat der Hubble-Effekt dieses Zeitmaß nahegelegt. Hubble hat bei den Spiralnebeln eine sehr starke Verschiebung der roten Spektrallinien festgestellt. Je entfernter der Nebel ist, um so größer ist die Rotverschiebung. Diese Rotverschiebung der Spektrallinien ist man seit Doppler gewöhnt als Geschwindigkeitseffekt zu erklären. Die Geschwindigkeit wird um so größer, je weiter die Nebel entfernt sind, und sie erreicht dabei Größen von  $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$  der Lichtgeschwindigkeit = 100 000–150 000 km/sec.

Die Deutung dieser Rotverschiebung als Geschwindigkeitseffekt hat manche Gegner gefunden. Man glaubt aus gewissen Beobachtungen schließen zu können, daß der Energieverlust, der sich in der Rotverschiebung äußert, von den Lichtphotonen durch Wechselwirkung mit anderen Photonen bzw. Elementarteilchen auf dem Wege durch die Sternen- oder Sonnenatmosphäre erlitten wurde. Nachdem aber die Verschiebung des ganzen Spektrums, auch im Violetten, nachgewiesen werden konnte, hat die Deutung, daß die Länge des Lichtweges einen bestimmten Einfluß hat, an Gewicht sehr verloren<sup>11</sup>.

Eine neue Bestätigung der Deutung der Rotverschiebung als Geschwindigkeitseffekt hat die Radioastronomie gebracht. Die sehr intensive Radioquelle in Richtung des Sternbildes Schwan, die weit außerhalb unseres Milchstraßensystems liegt, konnte als ein Zusammenstoß von zwei Galaxien gedeutet werden. Bei dem Zusammenprall der interstellaren Gasatome beider Systeme muß eine Radiostrahlung erzeugt werden. In der Tat konnte nachgewiesen werden, daß die 21-cm-Linie um den gleichen Betrag verschoben ist wie die optischen Linien<sup>12</sup>. Der Widerstand sowjetischer Forscher scheint aufgehört zu haben, seitdem auf der Konferenz der Kommission für Kosmogonie in Moskau N.A. Ambarzumian ausdrücklich sich zu der Dopplerschen Deutung bekannte<sup>13</sup>.

Es ist so, daß, von uns aus gesehen, nach allen Seiten die Nebelmassen fliehen. Rechnet man zurück und fragt sich, wann die gesamte uns bekannte Welt an einem Ort zusammengeballt war, so bekommt man in erstaunlicher Weise wiederum die mittlere Zeitskala, nämlich höchstens 10–20 Milliarden Jahre. Dieser Urstern hat uranfänglich dabei die gesamten Massen aller Weltinseln umfaßt und hatte nur die Ausdehnung unseres Sonnensystems gehabt.

Das Weltzeitalter, das nach der Neufestlegung der Hubble-Konstante sich mit  $13 \cdot 10^9$  Jahre berechnet und daher gemäß den Autoren einen unteren bzw. oberen Grenzwert von 10 bzw.  $20 \cdot 10^9$  Jahren besitzt, kann vielleicht eine Korrektur durch Überlegungen erfahren, die im Jahre 1937 Prof. Dirac (London) über die Gravitationskonstante anstellte und die heute neu in die Diskussion geworfen werden. Die Berechnungen des Weltzeitalters gehen von der Voraussetzung aus, daß die Gravi-

tationskonstante eine Konstante ist. Nun aber machen gewisse Überlegungen Diracs es wahrscheinlich, daß der Wert der Gravitation von der Zeit abhängt im Sinne einer langsamen Verkleinerung, deren Größenordnung ungefähr ein Milliardstel jährlich betragen soll. Bei einem Alter der Erde von fünf Milliarden Jahren bedeutet das, daß die Gravitation zur Zeit der Erdentstehung ein Mehrfaches des heutigen Betrages ausgemacht haben könnte. Die Zusammenhänge mit der Hubble-Konstante sind noch nicht endgültig geklärt; doch wäre es möglich, daß durch diese Überlegungen die Hubble-Konstante einen erhöhten Wert bekäme und sich dadurch das Weltzeitalter reduzieren müßte, jedoch nur um Beträge, die höchstens eine Zehnerpotenz ausmachen<sup>14</sup>.

Und wie ist mit dieser Dauer der Welt die Energiebilanz der Sonne in Einklang zu bringen? Die Zusammenarbeit von Atomkernphysik und Astronomie hat hier die Lösung gebracht. Die Energie der Sterne, vor allem der Sonne, stammt von dem Aufbau des Heliums aus Wasserstoff. Die Kernphysik hatte uns gelehrt, daß das Atomgewicht gleich ist der Zahl der Protonen plus der Zahl der Neutronen. Wenn nun zu dem einen Proton des Wasserstoffs ein zweites und zwei Neutronen kommen, so ist die Summe dieser Elementarteilchen – im Mittel für alle Elemente gerechnet – um 0,8% kleiner, als sie sein müßte. In dem fehlenden Massenteil sehen wir die Masse, die in Energie zerstrahlt. Wenn die Sonne aus reinem Wasserstoff bestände, könnten die Strahlungsmengen der Sonne für 100 Milliarden Jahre bestritten werden, und bei Annahme der tatsächlichen Elemente, die für die Zusammensetzung der Sonne gelten, kommen wir genau in den Bereich, den die anderen Methoden ergeben haben.

Wir haben also ein mit großer Sicherheit feststehendes Alter unserer Erde. Dieses liegt nicht in dem Bereich des «unendlich Langen», nicht der Billionen Jahre, sondern im Bereich von 5 Milliarden Jahren, was auch durch die Geologie und Paläontologie deutlich bestätigt wird.

## STERN-ENTWICKLUNGSTHEORIEN

### 1. Vorschläge von Gamow, Jordan, Hoyle u. a.

Bis vor wenigen Jahren glaubte man, daß das Alter der Welt und der Erde gleich sei. Andererseits meinte man feststellen zu dürfen, daß die Häufigkeit der Elemente in fast allen kosmischen Gebilden nahezu gleich ist. So kam man auf die vor allem von Gamow durchgerechnete Hypothese, daß bei einer Urexplosion sich sehr schnell alle Elemente, auch die schwersten, gebildet und sich überall gleichmäßig im Weltall verteilt hätten.

Gamow nahm eine Urmaterie als Neutronengas von ungeheurer Dichte und Temperatur (bis zu einer Billion Grad) auf engstem Raume an. Diese Neutronen seien durcheinander gerast, hätten jedoch bei so hoher Temperatur keine stabilen Bindungen erzeugen können. Als dann dieses Gebilde sich ausdehnte, gab es eine Abkühlung, und bei einer Milliarde Grad hätten sich die Neutronen zusammengesetzt zu Atomkernen. Schon fünf Minuten nach Beginn der Ausdehnung des Gases habe die Bildung der Atome begonnen, und zehn Minuten später seien alle Atome im wesentlichen vorhanden und der Prozeß abgeschlossen gewesen<sup>15</sup>.

Diese Theorien werden durch die Feststellung gestützt, daß «die Berechnung der Isotopenverhältnisse in der Vergangenheit auf ein höchst nuclear-explosives Gemisch (z. B.  $U^{235} : U^{238} = 1:3$ ) führt zu dem gleichen Zeitpunkt, für den die lineare Extrapolation der Expansionsbewe-

gung die Zusammenballung der gesamten Materie der Welt in einem «Urei» maximaler Dichte und Temperaturen ergibt»<sup>16</sup>. Damit wären die atomaren Voraussetzungen für die Urexplosion gegeben.

Dieser stürmische Verlauf der Bildung der schweren Elemente hat so viel Aufbauenergie frei werden lassen, daß er zu dieser gewaltigen Explosion des Ursterns führte, die wir heute noch als Ausdehnung des Universums vor uns sehen.

Eine ähnliche Hypothese hat Pascual Jordan vor einigen Jahren vorgetragen. Er geht nicht aus von dem Neutronengas, sondern legt die Frage noch weiter zurück: Wie ist das Neutronengas zustande gekommen? Er geht dabei von der bewiesenen Materialisierung der Energie aus. Zu Beginn setzt Jordan einen Punktzustand, der nicht weiter zurückliegt als 10 Milliarden Jahre. Da sei der Anfang gewesen. Das Ursprüngliche, was da war, sei die Energie gewesen. Durch einen Urvorgang sei es zur Bildung eines Neutronenpaares gekommen als der ersten Materie. Und von da sei alles lawinenartig gelaufen; in endlosen Neubildungen der Materie, wo die eine als Katalysator für die andere wirkt, sei das Weltall geworden. Je später ein Stern entsteht, um so massereicher muß er sein und um so größer muß seine Bewegungsgröße sein.

Die Kernphysiker Burbidge, Fowler, Hoyle u. a. haben gegen diese Hypothese Einwände erhoben. Besonders die Durchrechnung von Riesen und Überriesen, die nicht zur näheren Sonnenumgebung gehören, hat zu der Überzeugung geführt, daß die Welt «ursprünglich» aus reinem Wasserstoff bestanden hat. Die schweren Stoffe können erst bei extrem hohen Drucken und Temperaturen bzw. bei Sternexplosionen vom Supernova-Ausmaß entstehen, wenn die mittleren Elemente, wie Kohlenstoff,

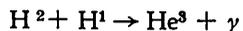
Stickstoff, Sauerstoff und Neon usw., interstellar schon vorhanden sind.

Es ergibt sich daraus, daß es Generationen von Sternbildungen gegeben hat, die allmählich das Material in den interstellaren Raum abgeblasen haben, aus dem sich in neuen Sternbildungen die schweren Elemente aufbauen.

## 2. Atomphysikalische Deutungen

Aus dem reinen Wasserstoffgas hat sich durch Gravitationskräfte im Widerstreit zu den Kräften, die die Partikel zerstreuen, eine Kontraktion ergeben, die zum Teil der Temperaturerhöhung, zum Teil der Druckvermehrung dient. Diese Vorgänge halten an, bis im Inneren dieses Gebildes die Temperatur und der Druck so gestiegen sind, daß mehrere Millionen Grad erreicht werden und die Umwandlung des Wasserstoffes im Inneren des Sternes in Helium durch den Proton-Proton-Prozeß vor sich gehen kann.

Wir können atomphysikalisch den Vorgang in folgender Weise beschreiben:

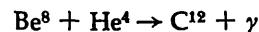
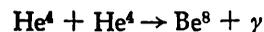


Bei der im Inneren des Sternes vorhandenen Temperatur kann sich aus dem Wasserstoffkern, dem Proton, ein Deuteron bilden ( $\text{H}^2$ ) und daraus ein leichter Heliumkern mit der Massenzahl 3 ( $\text{He}^3$ ). Zwei solcher leichten Heliumkerne verschmelzen und bilden den Helium-4-Kern und zwei weitere Protonen. Die Energie, die dieser Prozeß erzeugt, ist für einen Helium-4-Kern  $4,2 \cdot 10^{-5}$  erg.

Über lange Zeit verändert sich der Stern nicht, solange der Vorrat an Wasserstoff reicht. Im Hertzsprung-Russell-Diagramm liegt er auf der Hauptreihe. Entartungen der Materie im kernphysikalischen Sinne treten bei Hauptreihensternen nicht auf. In diesem Zustand scheint sich unsere Sonne zu befinden.

Wenn jedoch der gesamte Wasserstoffgehalt eines Sternes in Helium verbrannt ist, setzt eine neue Kontraktion, und zwar des Sterninneren, ein, die bei Sternen von einer Sonnenmasse und weniger zum weißen Zwerg-Stadium hinführt, bei massiveren Sternen (von mehr als einer Sonnenmasse) zur Ausdehnung der Sternhülle und damit zur Bildung von roten Riesen- und Überriesensternen führt.

Bei beiden Arten ist aber die Kompression des aus Helium bestehenden Sterninneren so groß, daß über Hunderte von Millionen Grad Temperatur erzeugt werden und der  $3\alpha$ - oder Salpeter-Prozeß der Heliumreaktion einsetzen kann, der folgende Form aufweist:



Beryllium 8 ( $\text{Be}^8$ ) ist zwar sehr instabil und zerfällt in Kürze in 2  $\text{He}^4$ -Kerne; aber es sind doch so viele  $\text{Be}^8$ -Kerne vorhanden, daß die zweite Reaktion  $\text{Be}^8 + \text{He}^4$  Kohlenstoff =  $\text{C}^{12}$  erzeugt. Dieser Kohlenstoff verwandelt sich durch Anlagerung von weiteren  $\text{He}^4$ -Kernen in Sauerstoff =  $\text{O}^{16}$  und in Neon =  $\text{Ne}^{20}$ .<sup>17</sup>

Der hohe Druck des Sterninneren läßt in diesem Stadium die Materie «entarten», es entsteht ein labiler Zustand, der Stern neigt zu Pulsationen, zu Nova-Ausbrüchen und Explosionen. So gibt er die erzeugten schwereren Elemente als interstellares Gas an die Umgebung ab, aus dem her-

aus sich dann eine zweite Generation von Sternen bilden kann, die schon Kohlenstoff, Stickstoff und Neon in der kontrahierenden Gaswolke vorfindet.

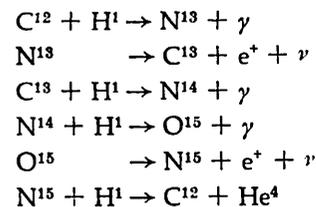
Diese zweite Generation entwickelt sich so ähnlich, wie sie schon der englische Astrophysiker Eddington im Jahre 1939 skizziert hatte und die damals dem Hertzsprung-Russell-Diagramm eine neue Bedeutung gab, zumal das Nova-Phänomen einbegriffen wurde. Eddington geht von der Energieerzeugung durch den Packungsanteil, der zerstrahlt, aus. Damit dieser Prozeß vor sich geht, muß ein Katalysator da sein, und das ist der Kern des Kohlenstoffatoms. Dieser lagert nach der genialen Idee von Prof. Hans Bethe in Einzelschritten vier Protonen an und zerfällt nach der Bildung von Stickstoff und Sauerstoff wieder in Kohlenstoff und in einen Heliumkern. Ein solcher Stern, der vielleicht andere schwere Elemente besitzt, aber keinen Kohlenstoff, kann seine Energiequelle nicht wirksam machen.

Erst durch das Kohlenstoffatom wird die Energie des Heliums verwendbar. Ähnlich, wie ein Mensch trotz bester Ernährung zugrunde geht, wenn er nicht entsprechende Vitamine bekommt. Es ist dies einer der schönen Beweise der durchgehenden Ordnung im Weltall. Das Kohlenstoffatom, das in seinen vier Außenelektronen zu so vielfältigen Bindungen Möglichkeiten schafft und damit die Grundlage des Lebens wird, dieser gleiche Kohlenstoff ist in seinem Kern derjenige, der das Leuchten solcher Sterne veranlaßt und den Energieaustausch ermöglicht. Wenn nun ein Stern zuwenig Kohlenstoff besitzt, so kann er seine Strahlungsenergie nicht anders bestreiten als durch Kontraktion. Er wird sich daher zusammenziehen, wird zum weißen Zwerg, weil sich dabei seine Temperatur steigert bis in die Größenordnung von

einer Milliarde Grad. Da ist dann die Möglichkeit gegeben, ohne Kohlenstoff den Aufbau der leichteren Elemente bis zum Kohlenstoff durchzuführen. Damit tritt aber die normale Erzeugung der Energie aus der Umwandlung von Wasserstoff zu Helium in Erscheinung, wodurch der Stern sich rasch ausdehnen wird. In diesem Augenblick beginnt der Stern sein Nova-Stadium mit vielen Ausbrüchen, wobei Masse abgestoßen wird, bis die richtige Größe und Temperatur erreicht ist, die diesen Stern zu einem stabilen Zustand veranlaßt. Er ist ein Stern der Hauptreihe geworden.

An dem Energieprozeß, den Prof. Bethe entworfen und Prof. Weizsäcker weitergeführt hat, ist das Besondere, daß es sich um einen echten Zyklus handelt. Das Ausgangskohlenstoffatom steht nach Beendigung des Vorganges zur neuen Reaktion wieder zur Verfügung, so daß ein zyklischer Vorgang sich abspielt, bei dem eine Energieerzeugung von  $4,0 \cdot 10^{-5}$  erg bei der Bildung jedes Heliumkernes vor sich geht.

Der Bethe-Weizsäcker-Zyklus, auch Kohlenstoff-Stickstoff-Zyklus genannt, hat folgende Reaktionsform:



Wir wollen nicht vergessen, daß die obigen Formeln, die sich so einfach und selbstverständlich ansehen, das mühevoll erzielte Ergebnis von Genialität und Exaktheit, von langwierigen Untersuchungen, kompliziertesten Berechnungen und diffizilen Beobachtungen sind.

aus sich dann eine zweite Generation von Sternen bilden kann, die schon Kohlenstoff, Stickstoff und Neon in der kontrahierenden Gaswolke vorfindet.

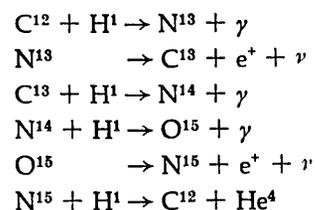
Diese zweite Generation entwickelt sich so ähnlich, wie sie schon der englische Astrophysiker Eddington im Jahre 1939 skizziert hatte und die damals dem Hertzsprung-Russell-Diagramm eine neue Bedeutung gab, zumal das Nova-Phänomen einbegriffen wurde. Eddington geht von der Energieerzeugung durch den Packungsanteil, der zerstrahlt, aus. Damit dieser Prozeß vor sich geht, muß ein Katalysator da sein, und das ist der Kern des Kohlenstoffatoms. Dieser lagert nach der genialen Idee von Prof. Hans Bethe in Einzelschritten vier Protonen an und zerfällt nach der Bildung von Stickstoff und Sauerstoff wieder in Kohlenstoff und in einen Heliumkern. Ein solcher Stern, der vielleicht andere schwere Elemente besitzt, aber keinen Kohlenstoff, kann seine Energiequelle nicht wirksam machen.

Erst durch das Kohlenstoffatom wird die Energie des Heliums verwendbar. Ähnlich, wie ein Mensch trotz bester Ernährung zugrunde geht, wenn er nicht entsprechende Vitamine bekommt. Es ist dies einer der schönen Beweise der durchgehenden Ordnung im Weltall. Das Kohlenstoffatom, das in seinen vier Außenelektronen zu so vielfältigen Bindungen Möglichkeiten schafft und damit die Grundlage des Lebens wird, dieser gleiche Kohlenstoff ist in seinem Kern derjenige, der das Leuchten solcher Sterne veranlaßt und den Energieaustausch ermöglicht. Wenn nun ein Stern zuwenig Kohlenstoff besitzt, so kann er seine Strahlungsenergie nicht anders bestreiten als durch Kontraktion. Er wird sich daher zusammenziehen, wird zum weißen Zwerg, weil sich dabei seine Temperatur steigert bis in die Größenordnung von

einer Milliarde Grad. Da ist dann die Möglichkeit gegeben, ohne Kohlenstoff den Aufbau der leichteren Elemente bis zum Kohlenstoff durchzuführen. Damit tritt aber die normale Erzeugung der Energie aus der Umwandlung von Wasserstoff zu Helium in Erscheinung, wodurch der Stern sich rasch ausdehnen wird. In diesem Augenblick beginnt der Stern sein Nova-Stadium mit vielen Ausbrüchen, wobei Masse abgestoßen wird, bis die richtige Größe und Temperatur erreicht ist, die diesen Stern zu einem stabilen Zustand veranlaßt. Er ist ein Stern der Hauptreihe geworden.

An dem Energieprozeß, den Prof. Bethe entworfen und Prof. Weizsäcker weitergeführt hat, ist das Besondere, daß es sich um einen echten Zyklus handelt. Das Ausgangskohlenstoffatom steht nach Beendigung des Vorganges zur neuen Reaktion wieder zur Verfügung, so daß ein zyklischer Vorgang sich abspielt, bei dem eine Energieerzeugung von  $4,0 \cdot 10^{-5}$  erg bei der Bildung jedes Heliumkernes vor sich geht.

Der Bethe-Weizsäcker-Zyklus, auch Kohlenstoff-Stickstoff-Zyklus genannt, hat folgende Reaktionsform:



Wir wollen nicht vergessen, daß die obigen Formeln, die sich so einfach und selbstverständlich ansehen, das mühevoll erzielte Ergebnis von Genialität und Exaktheit, von langwierigen Untersuchungen, kompliziertesten Berechnungen und diffizilen Beobachtungen sind.

Diese kühnen Schlußfolgerungen aus kernphysikalischen Daten und beobachteten Spektralfakten haben es erlaubt, viele Hauptprobleme anzupacken und einer Lösung näherzuführen. Ungeklärt aber bleibt immer noch der Anfang und Ursprung des Geschehens. Wenn heute im Gegensatz zu den fünfziger Jahren betont wird, daß die Vielzahl der Elemente sich erst in langen Generationsfolgen von Sternbildungen entwickelt haben und daß am Anfang aller Bildungen unsere Welt wohl aus reinem Wasserstoff bestanden hat, so betrifft diese Aussage nur die heute gültige Erkenntnis. Was in weiteren zehn Jahren aus den Berechnungen und Beobachtungen erschlossen und an Erkenntnissen gewonnen wird, ist ungewiß. Daher müssen uns die großen Erfolge der Kosmogonie zugleich zur Vorsicht und Behutsamkeit veranlassen, sowohl was das Weltalter angeht, als auch was die Sternentwicklung betrifft. Viele Fragen haben eine gute Lösung gefunden, noch mehr Fragen sind ungelöst geblieben.

### 3. Die kosmologische Frage

Nachdem so vieles hat geklärt werden können, hat die Sternentwicklungsproblematik viele Forscher beschäftigt. Selbst wenn man die Hypothesen von Gamow und Jordan mit einer Urexplosion annimmt, bleibt die kosmologische Frage nach dem Woher der ersten Materie bestehen. Ebenso muß nach der Ursache der Explosion und Kontraktion gefragt werden. Wie sieht ein Weltmodell aus, das rechnerisch auflösbar ist und weitere Auskunft gibt?

Dieses Modell ist rechnerisch auf seine Möglichkeit zu prüfen, und seine Konsequenzen in bezug auf die Erzeu-

gung der Materie, die Expansion des Weltalls und die Massenverteilung im Weltall sind zu beachten. Welche Modellvarianten ergeben sich?

Zunächst ist zu sagen, daß unsere Computer die entsprechenden Differentialgleichungen durchrechnen können und so die Schwierigkeit in der mathematischen Bearbeitung der Modelle wegfällt. Die vielen zu beachtenden Daten machten früher eine schnelle Durcharbeitung unmöglich. Das elektronische Gerät erlaubt eine Gleichung mit ständig variierenden Werten zu prüfen, um den Ablauf eines Geschehens bei verschiedenen Voraussetzungen bestimmen zu können. Erst diesen Rechenzentren verdanken wir es, daß wir Genaueres über die Entwicklung im Weltall aussagen und begründete Voraussagen für die Zukunft geben können.

Wir beginnen also mit einigen Festlegungen über den Anfangszustand des Modells. Jede physikalische Fragestellung geht notwendig von solchen Voraussetzungen aus.

In unserem Falle muß etwas über den Zustand der Urmaterie ausgesagt werden, denn es gibt physikalische Erscheinungen, die sich widersprechen, etwa eine turbulent rotierende Masse ohne festen Mittelpunkt, oder eine Masse, die um eine feste Achse rotiert; oder eine Masse, die eine singuläre Bewegungsrichtung besitzt, oder absolut stillsteht; oder eine Masse, deren Gravitation veränderlich ist oder konstant bleibt wie bei unserem Weltall. Die Eigenschaften — das muß betont werden —, die zu Beginn einer Rechnung festgelegt werden müssen, sind rein physikalischer Natur. Bei diesen Grundbedingungen für die Urmaterie handelt es sich also nicht um philosophische Vorfragen, sondern um physikalische Daten, die ich postulieren muß, um überhaupt eine Rechenmethode ansetzen zu können.

Diese kühnen Schlußfolgerungen aus kernphysikalischen Daten und beobachteten Spektralfakten haben es erlaubt, viele Hauptprobleme anzupacken und einer Lösung näherzuführen. Ungeklärt aber bleibt immer noch der Anfang und Ursprung des Geschehens. Wenn heute im Gegensatz zu den fünfziger Jahren betont wird, daß die Vielzahl der Elemente sich erst in langen Generationsfolgen von Sternbildungen entwickelt haben und daß am Anfang aller Bildungen unsere Welt wohl aus reinem Wasserstoff bestanden hat, so betrifft diese Aussage nur die heute gültige Erkenntnis. Was in weiteren zehn Jahren aus den Berechnungen und Beobachtungen erschlossen und an Erkenntnissen gewonnen wird, ist ungewiß. Daher müssen uns die großen Erfolge der Kosmogonie zugleich zur Vorsicht und Behutsamkeit veranlassen, sowohl was das Weltalter angeht, als auch was die Sternentwicklung betrifft. Viele Fragen haben eine gute Lösung gefunden, noch mehr Fragen sind ungelöst geblieben.

### 3. Die kosmologische Frage

Nachdem so vieles hat geklärt werden können, hat die Sternentwicklungsproblematik viele Forscher beschäftigt. Selbst wenn man die Hypothesen von Gamow und Jordan mit einer Urexplosion annimmt, bleibt die kosmologische Frage nach dem Woher der ersten Materie bestehen. Ebenso muß nach der Ursache der Explosion und Kontraktion gefragt werden. Wie sieht ein Weltmodell aus, das rechnerisch auflösbar ist und weitere Auskunft gibt? Dieses Modell ist rechnerisch auf seine Möglichkeit zu prüfen, und seine Konsequenzen in bezug auf die Erzeu-

gung der Materie, die Expansion des Weltalls und die Massenverteilung im Weltall sind zu beachten. Welche Modellvarianten ergeben sich?

Zunächst ist zu sagen, daß unsere Computer die entsprechenden Differentialgleichungen durchrechnen können und so die Schwierigkeit in der mathematischen Bearbeitung der Modelle wegfällt. Die vielen zu beachtenden Daten machten früher eine schnelle Durcharbeitung unmöglich. Das elektronische Gerät erlaubt eine Gleichung mit ständig variierenden Werten zu prüfen, um den Ablauf eines Geschehens bei verschiedenen Voraussetzungen bestimmen zu können. Erst diesen Rechenzentren verdanken wir es, daß wir Genaueres über die Entwicklung im Weltall aussagen und begründete Voraussagen für die Zukunft geben können.

Wir beginnen also mit einigen Festlegungen über den Anfangszustand des Modells. Jede physikalische Fragestellung geht notwendig von solchen Voraussetzungen aus. In unserem Falle muß etwas über den Zustand der Urmaterie ausgesagt werden, denn es gibt physikalische Erscheinungen, die sich widersprechen, etwa eine turbulent rotierende Masse ohne festen Mittelpunkt, oder eine Masse, die um eine feste Achse rotiert; oder eine Masse, die eine singuläre Bewegungsrichtung besitzt, oder absolut stillsteht; oder eine Masse, deren Gravitation veränderlich ist oder konstant bleibt wie bei unserem Weltall. Die Eigenschaften — das muß betont werden —, die zu Beginn einer Rechnung festgelegt werden müssen, sind rein physikalischer Natur. Bei diesen Grundbedingungen für die Urmaterie handelt es sich also nicht um philosophische Vorfragen, sondern um physikalische Daten, die ich postulieren muß, um überhaupt eine Rechenmethode ansetzen zu können.

Man darf mit Recht fragen, ob es nicht klüger sei, die zu beobachtenden Vorgänge im Weltall genauer zu analysieren und dann erst die entsprechenden Eigenschaften für das Weltall zu postulieren. Die Antwort lautet: Vorläufig wissen wir nichts von den Zustandsgrößen der Urmaterie. Was wir beobachten, hat schon eine lange Entwicklung hinter sich, und diese Entwicklung bietet ständig neue Überraschungen. Zum Beispiel die vor wenigen Jahren entdeckten Quasars, das sind quasistellare Radiosterne, die wir in einer Entfernung von etwa 10 Milliarden Lichtjahren beobachten. Oder die sehr lichtschwachen, erst 1967 entdeckten Pulsare, sekundschnell rhythmisch schwingende, scharf umgrenzte Sterne unserer Milchstraße<sup>18</sup>.

Wir verkürzen das Problem und fragen uns, was sich bei einer *Berechnung* der Urmaterie ergibt, wenn sie rotiert und wenn sie nicht rotiert. Die Antwort der Astronomen und ihrer Computer (unter grober Vereinfachung) lautet: Rotierende Urmaterie führt mathematisch auf die jetzige Expansionsbewegung hin, jedoch als Folge einer vorhergehenden Kontraktion und Zusammenballung. Der jetzigen Ausdehnung des Weltalls wäre danach eine Zusammenziehung der Materie vorausgegangen, die jedoch wiederum Folge einer Expansion gewesen wäre, so daß in einem periodischen Wechsel Ausdehnung und Zusammenziehung sich abgelöst hätten. Expansion folgt der Kontraktion, und Kontraktion bewirkt Expansion. Wir könnten also von einem ewigen Umschlag der Bewegungen sprechen, von einer ewigen Wiederkehr des Gleichen.

Rotationslose Urmaterie jedoch scheint rechnerisch auf eine einsinnige, expandierende Bewegung hinzuweisen, so daß in ihrem Anfang eine maximale Dichte vorausge-

setzt werden muß, die in diesem Zeitpunkt entstand und kein Vorher kennt. Das aber bedeutet ein zeitlich begrenztes Weltall mit einem markierten Nullpunkt als Anfang.

Die astronomischen Erkenntnisse zwingen mich also nicht unmittelbar, eine in der Zeit entstandene Welt anzunehmen. Astronomisch kann ich auch ein ewiges Weltall postulieren, ohne mit meiner Wissenschaft in Konflikt zu geraten. Es hängt nur von der Auswahl meiner physikalischen Vorbedingungen ab, die der Urmaterie beigelegt werden. Aber genauso ist der zeitliche Anfang der Welt mit den astronomischen Erkenntnissen zu vereinbaren.

Der denkende Mensch erkennt jedoch in jedem Falle, daß es für das heutige Weltbild eine Auswahl mehrerer Möglichkeiten gegeben hat, ein zeitlich begrenztes Weltall mit einem Anfangspunkt und ein ewig schwingendes Weltall. Es bieten sich mehrere Wege, zur Erklärung des heutigen Weltgeschehens im Kosmos an. Welcher Weg gegangen wurde, wissen wir nicht, wenigstens heute noch nicht. Wir wollen nicht vergessen, daß auch eine ewig bestehende Welt von Gott geschaffen sein kann.

Eines wird aber dem denkenden Menschen dabei sichtbar: die Nicht-Notwendigkeit des einen oder des anderen Weges. Es gab eine Auswahl der Wege, mehrere Möglichkeiten sogar, die wir jetzt nicht alle aufgezeigt haben. Sie sind ebenso wahrscheinlich wie die von uns genannten beiden Wege. Als gläubige Menschen führt uns diese Überlegung zu dem Begriff der Kontingenz, wie der Philosoph es nennt, der Nicht-Notwendigkeit dessen, was hier auf Erden vorhanden ist und geschieht. Wenn es aber nicht-notwendig ist, was hier sich entwickelt hat,

Man darf mit Recht fragen, ob es nicht klüger sei, die zu beobachtenden Vorgänge im Weltall genauer zu analysieren und dann erst die entsprechenden Eigenschaften für das Weltall zu postulieren. Die Antwort lautet: Vorläufig wissen wir nichts von den Zustandsgrößen der Urmaterie. Was wir beobachten, hat schon eine lange Entwicklung hinter sich, und diese Entwicklung bietet ständig neue Überraschungen. Zum Beispiel die vor wenigen Jahren entdeckten Quasars, das sind quasistellare Radiosterne, die wir in einer Entfernung von etwa 10 Milliarden Lichtjahren beobachten. Oder die sehr lichtschwachen, erst 1967 entdeckten Pulsare, sekundenschnell rhythmisch schwingende, scharf umgrenzte Sterne unserer Milchstraße<sup>18</sup>.

Wir verkürzen das Problem und fragen uns, was sich bei einer *Berechnung* der Urmaterie ergibt, wenn sie rotiert und wenn sie nicht rotiert. Die Antwort der Astronomen und ihrer Computer (unter grober Vereinfachung) lautet: Rotierende Urmaterie führt mathematisch auf die jetzige Expansionsbewegung hin, jedoch als Folge einer vorhergehenden Kontraktion und Zusammenballung. Der jetzigen Ausdehnung des Weltalls wäre danach eine Zusammenziehung der Materie vorausgegangen, die jedoch wiederum Folge einer Expansion gewesen wäre, so daß in einem periodischen Wechsel Ausdehnung und Zusammenziehung sich abgelöst hätten. Expansion folgt der Kontraktion, und Kontraktion bewirkt Expansion. Wir könnten also von einem ewigen Umschlag der Bewegungen sprechen, von einer ewigen Wiederkehr des Gleichen.

Rotationslose Urmaterie jedoch scheint rechnerisch auf eine einsinnige, expandierende Bewegung hinzuweisen, so daß in ihrem Anfang eine maximale Dichte vorausge-

setzt werden muß, die in diesem Zeitpunkt entstand und kein Vorher kennt. Das aber bedeutet ein zeitlich begrenztes Weltall mit einem markierten Nullpunkt als Anfang.

Die astronomischen Erkenntnisse zwingen mich also nicht unmittelbar, eine in der Zeit entstandene Welt anzunehmen. Astronomisch kann ich auch ein ewiges Weltall postulieren, ohne mit meiner Wissenschaft in Konflikt zu geraten. Es hängt nur von der Auswahl meiner physikalischen Vorbedingungen ab, die der Urmaterie beigelegt werden. Aber genauso ist der zeitliche Anfang der Welt mit den astronomischen Erkenntnissen zu vereinbaren.

Der denkende Mensch erkennt jedoch in jedem Falle, daß es für das heutige Weltbild eine Auswahl mehrerer Möglichkeiten gegeben hat, ein zeitlich begrenztes Weltall mit einem Anfangspunkt und ein ewig schwingendes Weltall. Es bieten sich mehrere Wege, zur Erklärung des heutigen Weltgeschehens im Kosmos an. Welcher Weg gegangen wurde, wissen wir nicht, wenigstens heute noch nicht. Wir wollen nicht vergessen, daß auch eine ewig bestehende Welt von Gott geschaffen sein kann.

Eines wird aber dem denkenden Menschen dabei sichtbar: die Nicht-Notwendigkeit des einen oder des anderen Weges. Es gab eine Auswahl der Wege, mehrere Möglichkeiten sogar, die wir jetzt nicht alle aufgezeigt haben. Sie sind ebenso wahrscheinlich wie die von uns genannten beiden Wege. Als gläubige Menschen führt uns diese Überlegung zu dem Begriff der Kontingenz, wie der Philosoph es nennt, der Nicht-Notwendigkeit dessen, was hier auf Erden vorhanden ist und geschieht. Wenn es aber nicht-notwendig ist, was hier sich entwickelt hat,

dann muß es etwas gegeben haben, das über allen Zeiten steht und das aus den mehreren Möglichkeiten der Weltentwicklung die eine faktisch geschehene ausgewählt hat. Dieses eine ist das, was der Philosoph das «ens necessarium», «das notwendig existierende Sein» nennt, das personal gefaßt von gläubigen Menschen als Gott verehrt wird.

Von solchen Kontingenzüberlegungen her wird der gläubige Mensch zur Erklärung ein Modell in der Astronomie wählen, das seinem religiösen Anliegen mehr entspricht. Es wird wiederum deutlich, was der sowjetische Astronom Ambarzumian sagte: «Was uns trennt, ist nicht die Wissenschaft, sondern die Weltanschauung.» So dürfen wir als gläubige Menschen auch heute freudig bekennen: Ich glaube an Gott, den Schöpfer Himmels und der Erde.

#### 4. Kapitel

## DIE BEGEGNUNG VON NATURWISSENSCHAFT UND THEOLOGIE

## DIE FRAGESTELLUNG

Die Anliegen, die wir in den vorhergehenden Kapiteln besprochen haben, lassen immer deutlicher die Frage erkennen, die der Gegenstand des Themas dieser Schrift ist: Wie steht die Theologie zur Naturwissenschaft – oder einfacher ausgedrückt: Wie verhalten sich «Glauben und Wissen» zueinander?

Damit ist ein Problem der Menschheit angesprochen, das uns im ersten Kapitel der Heiligen Schrift genauso begegnet, wie es uns in den Veröffentlichungen von Physikern unserer Tage entgegentritt. Der Schöpfungsbericht des ersten Kapitels der Bibel ist ein Bericht des Glaubens, und doch kämpft er gegen phantastische, mythische und abergläubische Vorstellungen seiner Zeit an und sucht die Anfänge des Weltalls aus dem Wissen seiner Zeit zu verstehen. Nüchtern, in ruhiger Sachlichkeit negiert er die Götterwelt der Sterne, der Meere und Lüfte, die Fruchtbarkeitsgottheiten und die Todesgötter. Der Autor greift, um es modern auszudrücken, zur Entmythologisierung, um alles auf den einen Gott Himmels und der Erde zurückzuführen, auf den Herrn über Leben und Tod. Die neuere Literatur über die ersten Kapitel der Genesis hat ihre skeptische Haltung gegenüber diesem Text seit langem aufgegeben. Man steht voll Ehrfurcht vor dieser uralten Urkunde der Menschheit und erkennt die hohe religiöse Qualität dieses Berichtes an. Es seien einige Autoren genannt: Klaus Schedel: «Geschichte des Alten

Testamentes – Urgeschichte und alter Orient»; Theodor Schwegler: «Die biblische Urgeschichte»; Gerhard von Rath: «Theologie des Alten Testamentes»; Wolfgang Trilling: «Im Anfang erschuf Gott» und «Staub bist Du»; Viktor von Weizsäcker: «Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde». Sehr gut orientiert über die Naturlehre des Schöpfungsberichtes Prof. Siegfried Herrmann in der Theol. Literaturzeitung Berlin/Leipzig, Juni 1961, Seite 414 ff.

Aber auch die moderne Physik findet den Weg zurück zu den Fragen des Glaubens und weiß sehr genau die Unterschiede zwischen der Physik und dem, was dahinterliegt, der Metaphysik zu treffen. Bevor einige Bücher genannt werden, sei nur ein Zitat von Carl Friedrich von Weizsäcker angeführt, der in seinem Buch «Atomenergie und Atomzeitalter» Vorlesungen vor Hörern aller Fakultäten an der Universität Göttingen bietet. Zum Abschluß dieser Vorlesungsreihe wendet sich Prof. Weizsäcker an die verschiedenen Fakultäten und auch an die letzte der Fakultäten, die nach alter Ordnung am Anfang steht, wie er sagt, an die theologische. Er schreibt: «Die Wahrheit, die in diesem Glauben bewahrt wird, ist nach meiner Überzeugung die einzige, die größer ist als die Wahrheit der Wissenschaft, auf der das Atomzeitalter beruht . . . Die Wahrheit, die die christliche Kirche bewahrt hat, reicht aber, so glaube ich, tiefer als diese neuzeitliche Rationalität. Man wird sich, wenn die rationale Planung versagt, unweigerlich wieder an sie wenden<sup>1</sup>.»

Die moderne Physik ist ein Werk exakterer Wissenschaft und rationaler Mathematisierung. Und dennoch findet sie zu den metaphysischen Fragen zurück. In der jetzt folgenden Aufstellung nenne ich nur Professoren

der theoretischen Physik an Universitäten im deutschen Sprachraum und zitiere Bücher der letzten Jahre. Prof. Heitler von der Technischen Universität Zürich schreibt in seinem Buch «Der Mensch und die naturwissenschaftliche Erkenntnis»: «Das Buch hat nur ein Ziel: einen Weg zu finden, der über die Wissenschaft hinausführt<sup>2</sup>.» Der schon zitierte Carl Friedrich von Weizsäcker, früher theoretischer Physiker in Göttingen, jetzt als Philosoph an der Universität Hamburg tätig, hat in seinem Buch «Die Tragweite der Wissenschaften – Schöpfung und Weltentstehung» eine deutliche Absage an die Wissenschaftsgläubigkeit unserer Tage ausgesprochen.

Prof. Günter Ludwig, theoretischer Physiker der Universität Marburg, schließt sein Buch «Das naturwissenschaftliche Weltbild des Christen» mit dem Hinweis «auf die Heilsordnung, die in dieser Welt ihren Ausgangspunkt im Leben Jesu Christi hat»<sup>3</sup>.

Pascual Jordan hat schon im Titel seines Buches das Anliegen ausgesprochen: «Der Naturwissenschaftler vor der religiösen Frage». Er ist theoretischer Physiker der Universität Hamburg. Es sei noch genannt der Nobelpreisträger Max Born, dessen Arbeiten die Atomphysik entscheidend beeinflusst haben. Er weist auf die auch dämonische Hintergründigkeit der Wissenschaft hin und gab seinem Buch den Titel «Die Verantwortung des Wissenschaftlers».

Wir glauben, Anzeichen erkennen zu dürfen, daß das Wissen zum Glauben hin tendiert, der Glaube sich wiederum dem Wissen nähert; daß jeder in seiner Art die Unvollständigkeit seines Bereiches deutlicher zu erkennen beginnt. Der Theologe bearbeitet eine andere Wirklichkeit als der Physiker, aber beides sind Wirklichkeiten

und es wäre einseitig, das eine zu unterlassen und nur das andere zu betonen.

Es gibt heute nicht wenige Menschen, die die Frage «Glauben und Wissen» in ihrem Lebensweg vollzogen haben, die von der Wissenschaft herkommen und zur Theologie gefunden haben, oder die von der Theologie her den Weg zur Wissenschaft gegangen sind, ohne etwas von ihrer geistigen Herkunft zu verleugnen.

Im Raume des dialektischen Materialismus wird das Problem, mit dem wir uns hier beschäftigen, ebenso ernsthaft diskutiert. Wir wollen mit Beispielen und Erläuterungen, die dem Bereich des Marxismus entnommen sind, selbst Stellung nehmen zu den Auseinandersetzungen, die ein Grundanliegen des modernen Materialismus betreffen und damit aber auch den modernen Menschen betreffen. Zwar gefallen uns die Propaganda-Slogans der marxistischen Umwelt nicht. Sie haben noch den Geschmack der liberalen Vergangenheit, die das 19. Jahrhundert dokumentiert. Etwa wenn es auf Spruchbändern oder Plakatsäulen heißt: «Wissen ist besser als Glaube». Oder wenn ein Buchtitel von Prof. Herbert Gute und Hans Ritter lautet: «Glaube oder Wissen». Dahinter steht die Meinung: Glaube ist unwissenschaftlich; der moderne fortschrittliche Mensch steht auf der Seite des Wissens und nicht des Glaubens. Diese Herausstellung der Wissenschaft ist ein typisches Erbe des Rationalismus und der Aufklärung und zeigt deutlich die Spuren des 18. und 19. Jahrhunderts. Die Geister und Künstler der damaligen Zeit haben das Wort Goethes mit Selbstverständlichkeit bejaht, das er in seinen «Zahmen Xenien» niedergeschrieben hat: «Wer Wissenschaft und Kunst besitzt, der hat auch Religion. Wer jene beiden nicht besitzt, der habe Religion.»

Religion wäre also Ersatz für wissenschaftliche Begabung und künstlerisches Verständnis. In diesen Worten liegt der ganze Hochmut einer bürgerlichen Geisteshaltung, die die Religion für das einfache Volk bejaht, damit es auch einen Anteil an den Werten des Seelischen und Gemütvollen habe, die aber die Wahrheitsfrage der Religion und den existentiellen Anspruch nicht sieht.

Wenn wir heute die Meinung der Menschen auf der Straße befragen, so hören wir, der Christ sei durch die Aussagen der Bibel auch in seinen naturwissenschaftlichen Anschauungen festgelegt; die Bibel habe den Christen in der Welterklärung gebunden. Hier müsse er glauben, auch wenn die Wissenschaft das Gegenteil behauptete. Es gäbe für ihn entweder das gläubige Festhalten an dem Wort Bibel, oder das Ja-sagen zu den gesicherten Ergebnissen der Naturwissenschaft. Also Glaube gegen Wissenschaft! Die Wissenschaft habe längst bewiesen, daß die Bibel in ihren Aussagen einen überholten Standpunkt vertrete; wer also mit beiden Füßen auf dem Boden der Wirklichkeit stehe, müsse die Bibel ablehnen, oder er sei unwissenschaftlich. Die Fortschrittsgläubigkeit des 19. Jahrhunderts hat diese These bis zu der Meinung verstärkt, die Religion bekämpfe die Wissenschaft und verhindere den Fortschritt.

Es sei aus dem Raum der Deutschen Demokratischen Republik auf zwei Bücher hingewiesen, in denen diese Meinung sehr deutlich zum Ausdruck kommt. Dr. Heinrich Fuchß hat in seiner Schrift «Hat die Bibel recht?» mit dem Untertitel «Ein Streifzug durch die Geschichte des Kampfes der Theologie gegen den wissenschaftlichen Fortschritt» zunächst Stellung genommen gegen das sehr bekannte Buch «Und die Bibel hat doch recht». Es wird hier in betonter Einseitigkeit aus der Geschichte der

Kirche ohne Berücksichtigung der örtlichen und kulturellen Zeitverhältnisse alles zusammengetragen, was etwa zum Thema passen könnte. Die Problemlage der früheren Zeiten wird nicht gesehen und alles nur gemessen an dem experimentell naturwissenschaftlich verifizierbaren Wert. Dabei täuscht die Ruhe und Nüchternheit, mit der der Autor schreibt, Sachlichkeit und Exaktheit vor.

Ähnlich, aber aggressiver ist das Buch «Philosophie des Verbrechens», wo die Äußerungen von katholischen Autoren immer politisch und kriegshetzerisch umgedeutet werden. Ähnlich das Buch «Viren, Wunder, Widersprüche» (Berlin 1961) oder «Naturerkenntnis und Gottesglaube» (Leipzig-Berlin 1962). Mit solcher Einseitigkeit können wir an diese ernstesten Fragen von Glauben und Wissen nicht herangehen. Wenn es wahr ist, daß der moderne Mensch nicht glaubt, sondern alles Vertrauen auf das Wissen legt, wenn er gegen den Aberglauben, in dem für ihn alle echte Gläubigkeit eingeschlossen ist, angeht, müssen wir dem modernen Menschen den echten Zugang zu dieser Frage frei machen, und ihn nicht mit affektgeladenen Schlagworten versperren lassen. Es tut daher not, Ungenauigkeiten der Begriffe zu vermeiden. Wir müssen uns klar werden über das, wovon wir reden. Darum zunächst einiges zu dem, was man «Wissen» und was man «Glauben» nennt.

## DAS «WISSENSCHAFTLICHE» WISSEN UND SEINE GRENZEN

Die Frage nach dem «wissenschaftlichen» Wissen ist heute weithin bestimmt von der Art, wie die Naturwissenschaft ihre Probleme behandelt. Hier gilt das strenge Gesetz von Maß, Zahl und Gewicht. Was nicht irgendwie meßbar ist, geht nicht in die Gleichungen des Naturwissenschaftlers oder in seine Beobachtungen ein. Daher muß die Umwelt, die der Naturwissenschaftler befragt, so vorbereitet werden, daß man messen, wägen und zählen, daß man beobachten, registrieren und vor allem die Versuche wiederholen kann. Das Experiment des Naturwissenschaftlers ist grundsätzlich wiederholbar. Die Vorgänge der Natur jedoch pflegen einmalig zu sein. Das Objekt der Naturwissenschaft ist daher schon abstrakt, von der Wirklichkeit abgezogen, ist besonders präpariert, damit man naturwissenschaftliche Antwort erhalten kann. So haben schon Newton und Kepler gearbeitet. Kant formuliert schließlich 100 Jahre später den Satz: «In jeder besonderen Naturlehre wird man nur soviel wirkliche Wissenschaft antreffen, als darin Mathematik zu finden ist.» Die mathematische Prüfbarkeit einer Hypothese ist daher der Gradmesser für ihre Gültigkeit. Das verführt dazu, alle Fehlerquellen auszumerzen, jeden Unsicherheitsfaktor zu eliminieren.

Aber wir wissen alle, daß nicht alles sich rational eindeutig darstellen läßt, auch nicht in der Mathematik. Es bleiben Dunkelheiten, über die man hinwegsieht, um die

Frage nicht zu komplizieren. Nehmen wir das einfachste Beispiel bei der Ludolfschen Zahl  $\pi = 3,1415\dots$ , mit der ich den Kreisumfang berechne, oder mit der Eulerschen Zahl  $e = 2,71828\dots$ , der Grundlage des natürlichen Logarithmus, der die Wachstumsquote angibt. Diese Zahlen sind irrationale Zahlen, die ich nicht genau festlegen und berechnen kann, selbst wenn ich über Tausende Stellen hinter dem Komma sie durch unsere Computer bestimmen lasse. Ein letzter Zahlenrest bleibt immer. Dieser Rest ist aber nicht in der Wirklichkeit vorhanden. Ich kann ja einen Kreis ziehen, es gibt eine Kreisfläche genauso, wie es eine Kugel gibt. Das noch schwierigere Beispiel ist die imaginäre Zahl «Wurzel aus Minus 1». Man umgeht die Problematik, die mit dieser Zahl verbunden ist, dadurch, daß man ihr einen Buchstaben beilegt. Wurzel aus Minus 1 =  $\sqrt{-1}$  wird mit  $i$  benannt. Aber damit ist das Problem nicht beseitigt. Ich kann mit  $\pi$ ,  $e$  und  $i$  rechnen, aber die Bedeutung dieser Zahlen läßt sich nicht genau angeben. Das brachte einen Mathematiker auf den Gedanken, über die transzendente Bedeutung dieser Zahlen nachzudenken. Sie enthalten mehr, als sie äußerlich scheinen. Sie reichen hinein in ein uns noch nicht faßbares Gebiet.

So könnte man manches anfügen, was auch im sichersten Bereich des Wissens, nämlich der Mathematik, problematisch bleibt. Das aber soll uns nicht skeptisch machen in der Anwendbarkeit dieser Zahlen oder der Gesetze. Es ist erlaubt, einen sehr hohen Grad von Gewißheit allen diesen Überlegungen zuzuschreiben, so daß ich mich nicht durch derartige Gedanken in der Anwendung meiner Zahlmethoden behindert zu fühlen brauche.

Natürlich gibt es einen Bereich von überliefertem Wissen, das geradezu zum Handwerkszeug der Naturwissenschaft

## DAS «WISSENSCHAFTLICHE» WISSEN UND SEINE GRENZEN

Die Frage nach dem «wissenschaftlichen» Wissen ist heute weithin bestimmt von der Art, wie die Naturwissenschaft ihre Probleme behandelt. Hier gilt das strenge Gesetz von Maß, Zahl und Gewicht. Was nicht irgendwie meßbar ist, geht nicht in die Gleichungen des Naturwissenschaftlers oder in seine Beobachtungen ein. Daher muß die Umwelt, die der Naturwissenschaftler befragt, so vorbereitet werden, daß man messen, wägen und zählen, daß man beobachten, registrieren und vor allem die Versuche wiederholen kann. Das Experiment des Naturwissenschaftlers ist grundsätzlich wiederholbar. Die Vorgänge der Natur jedoch pflegen einmalig zu sein. Das Objekt der Naturwissenschaft ist daher schon abstrakt, von der Wirklichkeit abgezogen, ist besonders präpariert, damit man naturwissenschaftliche Antwort erhalten kann. So haben schon Newton und Kepler gearbeitet. Kant formuliert schließlich 100 Jahre später den Satz: «In jeder besonderen Naturlehre wird man nur soviel wirkliche Wissenschaft antreffen, als darin Mathematik zu finden ist.» Die mathematische Prüfbarkeit einer Hypothese ist daher der Gradmesser für ihre Gültigkeit. Das verführt dazu, alle Fehlerquellen auszumerzen, jeden Unsicherheitsfaktor zu eliminieren.

Aber wir wissen alle, daß nicht alles sich rational eindeutig darstellen läßt, auch nicht in der Mathematik. Es bleiben Dunkelheiten, über die man hinwegsieht, um die

Frage nicht zu komplizieren. Nehmen wir das einfachste Beispiel bei der Ludolfschen Zahl  $\pi = 3,1415 \dots$ , mit der ich den Kreisumfang berechne, oder mit der Eulerschen Zahl  $e = 2,71828 \dots$ , der Grundlage des natürlichen Logarithmus, der die Wachstumsquote angibt. Diese Zahlen sind irrationale Zahlen, die ich nicht genau festlegen und berechnen kann, selbst wenn ich über Tausende Stellen hinter dem Komma sie durch unsere Computer bestimmen lasse. Ein letzter Zahlenrest bleibt immer. Dieser Rest ist aber nicht in der Wirklichkeit vorhanden. Ich kann ja einen Kreis ziehen, es gibt eine Kreisfläche genauso, wie es eine Kugel gibt. Das noch schwierigere Beispiel ist die imaginäre Zahl «Wurzel aus Minus 1». Man umgeht die Problematik, die mit dieser Zahl verbunden ist, dadurch, daß man ihr einen Buchstaben beilegt. Wurzel aus Minus 1 =  $\sqrt{-1}$  wird mit  $i$  benannt. Aber damit ist das Problem nicht beseitigt. Ich kann mit  $\pi$ ,  $e$  und  $i$  rechnen, aber die Bedeutung dieser Zahlen läßt sich nicht genau angeben. Das brachte einen Mathematiker auf den Gedanken, über die transzendente Bedeutung dieser Zahlen nachzudenken. Sie enthalten mehr, als sie äußerlich scheinen. Sie reichen hinein in ein uns noch nicht faßbares Gebiet.

So könnte man manches anfügen, was auch im sichersten Bereich des Wissens, nämlich der Mathematik, problematisch bleibt. Das aber soll uns nicht skeptisch machen in der Anwendbarkeit dieser Zahlen oder der Gesetze. Es ist erlaubt, einen sehr hohen Grad von Gewißheit allen diesen Überlegungen zuzuschreiben, so daß ich mich nicht durch derartige Gedanken in der Anwendung meiner Zahlmethoden behindert zu fühlen brauche.

Natürlich gibt es einen Bereich von überliefertem Wissen, das geradezu zum Handwerkszeug der Naturwissenschaft

gehört und das jeder Physiker sich zu eigen machen muß. Er kann dieses Grundwissen im einzelnen nicht prüfen. Er muß sich auf die Aussagen seiner Lehrer berufen, die versichern, daß sich diese Annahmen sehr bewährt haben. Und so übernimmt er zunächst ein tradiertes Wissen kritiklos. Zwar hat Nietzsche einmal vor dieser Tradition gewarnt, als er sagte: «Was heute am tiefsten angegriffen ist, das ist der Instinkt, und der Wille der Tradition; alle Institutionen, die diesem Instinkt ihre Herkunft verdanken, gehen dem modernen Geist wider den Geschmack.» Das mag in gewissen Bereichen der Geisteswissenschaft gelten. Im Bereich der Naturwissenschaft gilt es sicherlich nicht, wenn auch eine außerordentliche Losgelöstheit von traditionellen Begriffen der früheren Forscher gang und gäbe ist. Jede noch so ranghohe Erkenntnis wird kritisch in Zweifel gezogen, wenn irgendein Ausweg aus einer ungelösten Frage gesucht wird. Man scheut sich dann nicht, über die Vergangenheit restlos hinauszuschreiten.

Dennoch müssen wir dabei bleiben: Es gibt in der Naturwissenschaft ein notwendiges Maß an Autoritätswissen, das von den Forschern kritiklos angenommen wird. Wir haben einen in den Lehrbüchern der Naturwissenschaft niedergelegten festen Bestand von Kenntnissen, der, weil gesichert, von allen Nachkommenden zu erlernen ist.

Wir haben andererseits Fragen, die bei der Kompliziertheit der Probleme und der Kostspieligkeit der technischen Mittel nur von einem Forscherteam bearbeitet werden können. Die weitaus größte Zahl der Physiker und Biologen ist auf gläubige Annahme der Mitteilung dieser Arbeitsgruppen angewiesen. Zwar pflegt man die Versuchsbedingungen und die genauen Methoden in den zuständigen Zeitschriften zu veröffentlichen, so daß man

weltweit prüfen kann, was gefunden worden ist, aber das hindert nicht die oft kritiklose Annahme dessen, was ein Forscherteam gearbeitet hat. Damit man im Bereich der Wissenschaft jedoch nicht leichtfertig irregeleitet wird, hat die Wissenschaft sich selbst ungeschriebene Gesetze gegeben, strenge Regeln, nach denen sie methodisch vorgeht. Wissenschaftlich arbeiten heißt daher, sich an diese Regeln halten und ihnen entsprechen. Leider hat die Rücksichtnahme auf militärpolitische oder ideologischpolitische Faktoren diese selbstverständlichen Voraussetzungen für wissenschaftliche Arbeiten oft behindert. Darunter leidet das Vertrauen der Wissenschaftler selbst untereinander.

So mußte die Welt jahrelang auf die in Sowjetrußland längst bekannten Gegenbeweise gegen die Thesen Lysenkos und Lepschinskajas warten. Die Auseinandersetzung Lyssenkos mit dem Mendelismus, also der Genetik, hat uns damals eine peinliche Erneuerung des Galileifalles in der UdSSR gebracht. Welche beschämenden Verleugnungen der eigenen wissenschaftlichen Erkenntnisse hat es bei anerkannten Genetikern seinerzeit gegeben! So schreibt der Biologe Shebrak an die Redaktion der Prawda: «Jetzt aber, nachdem ich mich überzeugt habe, daß die Grundthesen der Mitschurin-Richtung in der sowjetischen Genetik vom Zentralkomitee der Kommunistischen Partei der UdSSR gebilligt werden, halte ich es als Mitglied der Partei nicht mehr für möglich, weiterhin auf diesen Ansichten zu verharren, die vom Zentralkomitee unserer Partei für irrig erklärt wurden<sup>4</sup>.» In bezug auf Einsteins Relativitätstheorie weise ich hin auf das 1960 erschienene Buch von Dr. Müller-Markus: «Einstein und die Sowjetphilosophie»<sup>5</sup>. Das Kesseltreiben gegen Einstein begann 1951 und dauerte bis 1955. Selbst der Name

Relativitätstheorie sollte ausgemerzt und mit «Theorie der schnellen Bewegungen» ersetzt werden. Ganz ähnlich ging es der Kybernetik, die als eine Fälschermethode kapitalistischer Aggressoren bezeichnet wurde.

Daß es in der Wissenschaft auch Irrtümer gibt, über die sie zwar nicht stolpert, sondern über die sie zu neuen Erkenntnissen fortschreitet, ist uns bekannt. Wenn Prof. Heinrich Hertz, dem wir den Nachweis der elektrischen Wellen verdanken, noch behaupten konnte, daß das Licht als Wellenbewegung wissenschaftlich gesichert sei, so hat Einstein 1905 nachweisen können, daß das Licht auch körperhaft sein kann, daß es Lichtkörperchen geben muß, daß also dieses Licht einen Doppelcharakter hat, der sich sowohl als Welle wie auch als Korpuskel im Experiment darbieten kann. Diese Widersprüchlichkeit hat zu ganz entscheidenden Erkenntnissen innerhalb der Quantenphysik geführt und die sogenannte Kopenhagener Lösung der Komplementarität herbeigeführt. Die Lösung wird über den Raum der Physik hinaus geradezu als philosophische Weltdeutungsmethode verstanden.

Selbst Fälschungen gibt es in der Wissenschaft. Aber hier handelt es sich nur um Außenseiter. Erinnert sei an den Fund des Piltdown-Schädels in Sussex in England. Dawson, ein anerkannter Anthropologe, hat diese Funde veröffentlicht, obwohl sie raffinierte Fälschungen waren. Jahrelang haben Anthropologen erster Klasse an diesem Schädel gearbeitet und sich täuschen lassen. Auch Teilhard de Chardin hat den Schädel von Piltdown in der Hand gehabt. Warum diese Fälschungen damals geschehen sind, ob sie von Dawson stammen, wissen wir nicht. Trotz all dieser Vorfälle ist für den einfachen Menschen auch heute noch das überzeugendste Argument die Er-

klärung: «Die Wissenschaft hat bewiesen». Mit diesem Wort hören die meisten Debatten auf.

Was im jüdischen Raum zur Zeit Christi als Ende aller Erörterungen galt: «Die Schrift hat gesagt», ist heute das Wort geworden: «Die Wissenschaft hat bewiesen». Die Menschen der Wissenschaft jedoch gebrauchen diese Formulierung selten. Sie sind in ihren Ausdrücken vorsichtig. Echte wissenschaftliche Art erkennt man meist an der Behutsamkeit der Wortwahl, etwa: Wir dürfen wohl annehmen, daß . . ., oder: Unsere Untersuchungen gehen in die Richtung, daß man, wenn auch mit Einschränkung, die Ansicht vertreten darf . . . oder: Die Wissenschaft läßt uns folgende Einsicht bejahen, wenn auch nur sehr ange nähert und hypothetisch . . .

Das «wissenschaftliche Wissen» verlangt ein mühsames, entsagungsreiches, alle Kräfte anforderndes Arbeiten und erzieht zu hoher menschlicher Disziplin. Darum stehen wir in tiefer Ehrfurcht vor seinen Leistungen.

## RELIGIÖSER GLAUBE UND SEINE GRENZE

Wenden wir uns dem anderen Begriff zu, dem Begriff des Glaubens. Ergänzend müssen wir zu Anfang des Abschnittes erklären, daß auch die Naturwissenschaft bewußt von «Glauben» spricht. Prof. Heisenberg sagt in seiner Schrift: «Das Naturbild der heutigen Physik»<sup>6</sup>: «Am Anfang (des Forschungsweges der Wissenschaft) stand und steht in solchen Fällen immer der Glaube. Ich meine damit nicht nur den christlichen Glauben an den von Gott gegebenen sinnvollen Zusammenhang der Welt, sondern einfach den Glauben an unsere Aufgabe in dieser Welt. Glauben heißt aber natürlich nicht, dies oder jenes für wahr halten, sondern Glauben heißt immer: Dazu entschieße ich mich, darauf stelle ich meine Existenz. Als Kolumbus zu seiner ersten Reise nach dem Westen aufbrach, glaubte er, daß die Erde rund sei und klein genug, sie zu umfahren. Dies hielt er nicht nur theoretisch für richtig, sondern darauf stellte er seine Existenz.» So beschreibt Prof. Heisenberg die Voraussetzung alles Forschens als ein geglaubtes Wissen, auf das man seine Existenz stellt. Das ist aber, wenn auch auf der religiösen Ebene, beim Christen der gleiche Anfang. Er glaubt an Gott und stellt seine Existenz auf ihn, ohne zu wissen und mathematisch beweisen zu können, daß er da ist. Aber sein ganzes Leben geht ein in diesen Glauben. So kann das Wort vom Glauben, der uns immer tiefer in die Erkenntnis der Weltzusammenhänge führt, abgewandelt

werden in das von Freyer formulierte Wort: «*Credo, ut agam*» – ich glaube, um zu handeln, und ich handle, um einzusehen. Wenn der Ausgangspunkt eine gewisse Entsprechung zeigt, so beruht der religiöse Glaube doch auf anderen Fundamenten.

Woher wissen wir von Gott? Die Antwort lautet: «Er ist uns verkündet worden.» Ein Mensch hat von Gott zu uns gesprochen. Man weiß von einem Menschen, dem Gott begegnet ist und der von diesem Erlebnis Zeugnis gibt. Dieses innere Ansprechen, das dem betroffenen Menschen widerfahren ist und das er bezeugen kann, gibt Kunde von dem lebendigen Gott. Was einem Menschen geschehen ist und was er dabei von Gott erfahren hat, begründet den Glauben an den ganz Anderen und Überweltlichen. Der Glaube ist neuer Anfang. Dieser neue Anfang wird von den Menschen, denen er geschenkt wird, deutlich erlebt, und zwar in klarer, rationaler Erkenntnis; nicht dunkel, schwärmerisch und nebelhaft. Der Mensch kann sich innerlich abwenden und sich sperren. Wer sich aber öffnet, für den ist und bleibt der Glaube ein vor der Vernunft verantwortetes «Ja», d. h. eine Zustimmung seines Verstandes. Diese Zustimmung gebe ich nicht ins Dunkel hinein, sondern ich verantworte sie vor meinem Wissen und Gewissen. Der Glaube ist ein »*Obsequium rationabile*«, wie es im 10. Kapitel des Römerbriefes heißt. Ein Ja, zu dem die Vernunft sich stellen kann und muß. Es gilt also nicht die übliche primitive Formel: «Weil ich etwas nicht weiß, muß ich es glauben». Glaube ist bei aller inhaltlichen Aussage immer bezogen auf den, dem ich glaube. Eine Fülle solcher Beispiele kennen wir. Angefangen von Abraham, der von Gott gerufen wird und eine Entscheidung fällen muß gegen seine Umwelt und gegen seine Familie. Er muß

sich von dieser Umwelt lösen, um seine Existenz ganz und gar auf den Ruf und die Verheißung Gottes zu gründen. So wird er zum Segen für die Menschheit.

In ähnlicher Weise ergeht es Moses bei dem brennenden Dornbusch. Moses ist innerlich hellwach und klar. Er weiß, daß Gott zu ihm an dieser Stelle gesprochen hat. Auf diese Sicherheit seines inneren Erlebens baut er seine weitere Existenz. Diesem, der da gesprochen hat, glaubt und vertraut er, und sein Leben lang hat ihn diese Sicherheit begleitet.

Es gibt aber auch Gnadenstunden, wo der verlorengegangene Glaube plötzlich wiedergeschenkt wird. Der Dichter Paul Claudel hört am Weihnachtsfeiertag des Jahres 1886 in der Notre-Dame-Kathedrale zu Paris religiös völlig teilnahmslos die Vesper. Plötzlich wird es beim Magnifikat in ihm licht und hell, und er wird wieder ein gläubiger Mensch. Gott hat ihn angerührt. Alle Zweifel sind verschwunden. Die Wirklichkeit Gottes ist ihm jetzt sicherer als alles andere. Dieser Glaube hat ihn, der dann als Gesandter und Botschafter durch alle Erdteile kam, bis zu seinem Lebensende nicht mehr verlassen.

Der Nobelpreisträger Alexis Carell begleitet von Lyon aus eine seiner Patientinnen nach Lourdes, einem merkwürdigen Drang seines Herzens folgend. Sein Arztbericht, der von den Kollegen geprüft ist, lautet: «Unheilbar und Exitus in ein bis zwei Tagen». Er protestiert als Arzt gegen den Transport der Sterbenden zur Lourdesgrotte. Aus Mitleid begleitet er sie, damit sie wenigstens unter seinen Händen stirbt. An der Grotte erlebt er die plötzliche Heilung der Patientin und wird gläubig. Während seine Kollegen den früher von ihnen selbst geprüften Arztbericht als irrtümlich und fehlerhaft ablehnen, erklärt Prof. Carell, daß er, wie er zu seinem früheren Be-

richt stehe, jetzt auch zu der plötzlichen Heilung stehen und seine Konsequenzen daraus ziehen müsse<sup>7</sup>.

Der Glaube kommt vom Hören, vom Verkünden. Der Christ empfängt seinen Glauben normalerweise aus dem Mund der Mutter, des Vaters, der Geschwister. Dieses Zeugnis genügt ihm als Kind. Im Leben des Kindes wird der Glaube dann geübt, erprobt. Jeder gläubige Christ hat seine Erfahrungen in der Begegnung mit Gott und Christus. Und weil das Herz des Menschen für Gott erschaffen ist, antwortet der Mensch dem Anruf spontan durch sein Jawort, durch seinen Glauben. So bekommt das Wissen um das Dasein Gottes im Laufe seines Lebens eine so tiefe Sicherheit, daß nichts diesen Glauben – oder sagen wir besser: diese innere Gewißheit – erschüttern kann. Wird aber in frühen Jahren der Glaube zerstört, etwa durch spöttische Bemerkungen der Erwachsenen, oder wird die Begegnung mit Gott nicht durch ständiges Gebet gepflegt, oder weicht man Gott aus, weil widerstrebende Leidenschaften und persönliche Interessen im Spiele sind, so kann die Wirklichkeit Gottes unentschwunden und erst durch ein neues Gnadengeschenk wiedererlangt werden.

Die Frage spitzt sich zu, wenn wir nicht so sehr das Erlebnis des Glaubens, das innere Wissen um den lebendigen Gott und die Erfahrungen, die wir mit ihm haben durften, zum Ausgangspunkt unserer Überlegungen nehmen, sondern wenn wir von den Formen ausgehen, in denen dieses innere Erleben sich ausspricht und klar umrissene Sätze gefunden hat, also Glaubensformeln, genauso wie das Wissen der Wissenschaft sich in Lehrsätzen formuliert hat.

## DER ZUSAMMENHANG VON GLAUBEN UND WISSEN

Gibt es im Bereich des rational Aussprechbaren eine Identität von Glauben und Wissen? Vom Objekt her, nämlich von dem, was ich glaube, sicherlich. Die gleiche Wahrheit kann sowohl von der Wissenschaft wie auch vom Glauben hergeleitet werden, so die Existenz Gottes und seiner Eigenschaften.

### 1. Der Weg der Theodizee

Die von Leibniz herkommende Theodizee hat ein schlußfolgerndes rationales Denken für diese Inhalte angesetzt in einer philosophischen, deduktiven Methode. Ob dieser im Denkprozeß erschlossene Gott wirklich existiert, kann im Letzten von der Wissenschaft nicht bewiesen werden. Hier muß ich den Sprung in den Glauben tun, hier muß die Gnade Gottes mich herüberziehen. Von der Gewißheit der Existenz Gottes gibt der religiöse Glaube allein mir Kunde. Pascal hat recht, wenn er vom Gott der Philosophen etwas abfällig spricht und sich zum lebendigen Gott, dem Gott Abrahams, Isaaks und Jakobs hinwendet. Der Welt-Grund ist noch nicht der personal-unendliche Gott, der Gott der Vorsehung und der Lebensfülle. Der Naturwissenschaftler durchforscht die Welt und ihre Geheimnisse. Führt seine Wissenschaft ihn aus dieser Wissenschaft heraus zu Gott? Die Antwort muß eindeu-

tig «Nein» heißen. Wäre das der Fall, dann müßte Gott ein Teil der Natur sein, denn die Naturwissenschaft durchforscht die Natur<sup>8</sup>. Fragen wir weiter: Führt die Wissenschaft den Wissenschaftler zu Gott? Das ist durchaus möglich, denn der Physiker ist nicht nur Physiker, er hat wie jeder Mensch eine metaphysische Anlage und bleibt ein nach den letzten Hintergründen des Daseins fragender Mensch. Seine Physik führt ihn an philosophische Fragen heran, an Fragen der Theodizee und des religiösen Bereiches. So kommt er als Metaphysiker zu Gott.

Vor einem Irrtum müssen wir uns jedoch hüten. Es ist nicht so, als ob die Physik oder die Chemie heute Beweismaterial für religiöse, weltanschauliche Fragen brächte, wie eine falsch orientierte Apogetik es immer wieder wahrhaben möchte. Aber sie tut das eine, daß sie Hindernisse niederreißt, die die Physik des vorigen Jahrhunderts auf dem Wege zur Religion *widerrechtlich* aufgerichtet hat. Selbstverständlich kann die exakte Forschung weder gläubig noch ungläubig sein. Sie hat ihr Gebiet mit den Mitteln, die ihr eigentümlich sind, zu bearbeiten. Aber wir dürfen nicht vergessen, daß die Fragen der Naturerkenntnis ihrem Wesen nach nicht nur Deutungen physikalisch-chemischer Art verlangen, sondern daß der Mensch, der auf Gott hin erschaffen ist, anlagemäßig Deutungen verlangt, die über den Bereich des rein Physikalisch-Chemischen hinausgehen. Die Naturerkenntnis bleibt die Grundlage, von der aus denkende Menschen sich zu der Sphäre der Metaphysik des religiösen Denkens und Glaubens, sei es anerkennend oder ablehnend, erheben. Die Anlage des Menschen zum Forschen nach den *letzten* Gründen und Ursachen zwingt ihn, ständig weitere Folgerungen zu ziehen. Wenn Einzeldeutungen

der Naturwissenschaft vielleicht das Vorstellungsbild des gläubigen Menschen irritieren können, so wird der denkende Mensch bei der Beschäftigung mit der Naturwissenschaft in deutlicher Weise auf das Letzte der Schöpfung hingeführt, auf ihren kontingenten Charakter. Die Kontingenz des Geschöpflichen, mit dem der Naturwissenschaftler zu tun hat, führt ihn zu «dem» Letzten, der hinter allem steht, als dem «notwendig» Seienden. Kontingenz bedeutet, nicht-notwendig existieren, in einer Abhängigkeit sich befinden; Gott aber ist das unabhängige, absolute, notwendig existierende Wesen. Daß dieser Urgrund eine lebendige Person ist, kann mir nur mitgeteilt werden durch eine besondere, mir entgegenkommende Gnade des lebendigen personalen Gottes.

## 2. Die Negierung beim Marxismus

Von marxistischer Seite wird der Einwand erhoben, daß der Rückschluß von den zweiten Ursachen auf die Erstursache unerlaubt sei, wie wir es soeben bei der Kontingenz besprochen haben. Was ist dazu zu sagen?

Die beobachteten Fakten werden unter den Kategorien von Ursache und Wirkung wahrgenommen. Sie als zweite oder dritte oder als Erstursache einzuordnen, ist kein unerlaubtes Verfahren. Wenn der Mensch eine Einheit ist und in eine hintergründige Welt hinüberreicht, kann er nicht von dieser Hintergründigkeit abstrahieren. Unausgesprochen steht für ihn hinter allem eine Erstursache.

Übrigens tun diesen Sprung in eine andere Sphäre die Marxisten in gleicher Weise, wenn sie auf Grund des dialektischen Sprunges neue Qualitäten postulieren. Wir

werden später noch einiges über die unerlaubte Funktion sagen müssen, die apologetisch eingestellte Autoren wahrnehmen und Gott zum Lückenbüßer für noch nicht fertige Forschungen machen wollen. Bei unserer Frage geht es jedoch um etwas anderes, nämlich um den Brückenschlag von der Physik zur Metaphysik. Die Naturwissenschaft hat es mit Ursachen und Wirkungen zu tun; die Folgerungen müssen exakt gezogen werden, die Ursachen müssen genau beobachtet sein. Aber der lebendige Mensch, der experimentiert, zieht neben seinen physikalischen Schlußfolgerungen noch weitere, die ihm von seiner metaphysischen Anlage vorgegeben sind. An besonders herausgehobenen Stellen der Forschung schreitet der Forscher daher erlaubterweise aus der Physik in die Metaphysik hinüber und zieht weitere Folgerungen, die nicht zum Bereich der Naturwissenschaft gehören. Sie gehören zum Bereich der Philosophie und des experimentell nicht faßbaren und nicht durchschaubaren Hintergrundes seines Lebens.

## 3. Die doppelte Wahrheit

Es gibt noch einen anderen Lösungsversuch, Glauben und Wissen zu vereinen, der dem gläubigen Menschen heute von der Wissenschaft des öfteren angeboten wird. Man betont, daß die Verschiedenheit der Bereiche des Glaubens und des Wissens dazu zwingt, in Ehrfurcht vor jedem Bereich zu stehen, aber keine Überschreitungen von einem zum andern zuzulassen. Man müßte sich bemühen, beides, auch das Unzuvereinbarende, miteinander zu leben. Wenn die Wissenschaft bewiesen hätte, daß es keine Wunder geben könne, bleibe das Wort der

Bibel dennoch von Wert für den einzelnen Menschen. Die physikalischen Aussagen der Wissenschaft betreffen diese sichtbare Welt; die theologischen Aussagen der Heiligen Schrift betreffen das Verhältnis zu Gott; es sei im letzten also eine hermeneutische Frage, eine Frage, wie und in welchem Zusammenhang die einzelnen Fakten der Naturwissenschaft und der Bibel zu erklären seien. Die Welt sei nicht mit *einer* Methode faßbar, sondern es könne eine doppelte Wahrheit geben.

Gegen eine solche Abgrenzung und Ausklammerung der Religion und der Theologie aus dem Bereich der Wissenschaft erheben wir von seiten des Glaubens an den einen Gott, den Schöpfer Himmels und der Erde, unsere Einwände: Wenn von Gott alles geschaffen und erhalten wird, dann kann es keine doppelte Wahrheit geben. Der einzelne Mensch mag die verschiedenen Fakten anders begreifen und in sich aufnehmen; aber die Wahrheit als solche ist eindeutig, wenn auch der Weg zur Wahrheit vielfältig sein kann. Es kann in der Theologie nicht etwas richtig sein, was naturwissenschaftlich als falsch abgelehnt wird. Umgekehrt kann in der Naturwissenschaft nicht etwas als richtig betrachtet werden, was von seiten der Theologie als Irrtum dargestellt werden muß.

Die Grenzen der Wissenschaftsmethode zwischen Naturwissenschaft und Theologie müssen heute sehr überdacht und wohl für jedes Jahrzehnt neu gefaßt werden. Der Erkenntnisweg der Wissenschaft und der Theologie muß immer wieder Abgrenzungen finden, die jeden Bereich zwingen können, vorläufig zu schweigen oder seine Behauptungen sehr kritisch zu überdenken. Der Weg der Wahrheit hat viele Ausfächerungen. Einseitigkeiten sind in der Darstellung des Untersuchungsobjekts so verboten wie Vieldeutigkeiten und Widersprüchlichkeiten.

## ABGRENZUNGEN ALS WEGBEREITUNG FÜR BEIDE WISSENSCHAFTEN

### *1. Das Beispiel des Monogenismus*

In den letzten dreißig Jahren sind innerhalb der Theologie große Fortschritte in der Beurteilung ihrer biblischen Aussagen gemacht worden. Die eben schon erwähnte hermeneutische Methode hat sehr dazu geholfen. Das Buch des Philosophen Prof. Gadamer (Heidelberg) «Die hermeneutische Frage heute» hat auch die Methode der Naturwissenschaft weithin beeinflußt, indem sie ihre eigene hermeneutische Kritik gefunden hat und der Theologie gegenüber klarere Abgrenzungen angeben konnte. Die Aussagen im Übergangsbereich der einen Wissenschaft zur anderen sind eindeutiger geworden.

Als Beispiel wählen wir die Abstammung des Menschen von Adam und Eva, d. h. von einem Menschenpaar. Es betrifft indirekt auch das Übergangsfeld zwischen Mensch und Tier in der frühesten Zeit. Die biologische Anthropologie hält eine Abstammung von nur einem Menschenpaar für nicht vertretbar. Es könne kaum einen Monogenismus gegeben haben, sondern aus einer Population vieler einzelner Wesen sei der Mensch hervorgegangen, oder besser die Menschen. Zwar erklärt die Genetik zugleich, daß sie für diese These nur Wahrscheinlichkeitsgründe angeben könne und auf ihr Untersuchungsmate-

rial im übrigen Lebensbereich angewiesen sei. Anerkannte Biologen und Anthropologen pflichten nämlich dieser These nicht ohne weiteres bei. Nicht im Zusammenhang mit unserer Frage hat Schindewolf in bezug auf den Übergang der Saurier zu den Säugern das Wort geprägt: «Der erste Säuger kroch aus einem Krokodilei.» Prof. Schindewolf geht es dabei um die Herausstellung seines Begriffes der Bauplanänderung im größeren Stil. Nicht in Kleinst- und Kleinmutationen, sondern in einer Großmutation des ganzen Gefüges sei sprunghaft der höhere Stand des Warmblütlers erreicht worden. Wenn das für die großen Ordnungen der Tierwelt gilt, dann wohl auch im Übergangsfeld der Primaten (Herrentiere) zum Menschen.

Andere Autoren weisen auf Australien hin, das beim Wechsel von der Kreidezeit zum Tertiär sich vom Eurasischen Festland losgelöst hat. In die Zeit fällt aber in Eurasien der Übergang vom Saurier zum Säuger. Das Zwischenglied zwischen Sauriern und Säugern, wenn man davon sprechen darf, scheinen die Marsupialier zu sein, die Beuteltiere, die die in sehr unentwickeltem Zustand geborenen Jungtiere in einem Beutel an der Bauchseite aufnehmen, in dem sie sich zum eigenen, selbständigen Leben entwickeln können. Australien kannte vor der Loslösung von Eurasien keine differenzierte Säugerfauna. Daher ging auf dem Zwischenglied-Zustand der Beuteltiere die Entwicklung in Australien weiter.

Es entstehen die höheren Säugetiertypen auf dieser Ebene. Der Werdebefehl zum Warmblüter ist gegeben worden; Australien aber erfüllt diese Zeitsignatur (Dacqué) in der Form seiner Möglichkeiten, nämlich des Beuteltieres. Die jetzt in Australien lebenden Säugetiere sind durch fremde Seefahrer mitgebracht worden.

Es gibt also einen propriophyletischen Ursprung der großen Typen und Stämme, d. h. einen Ursprung, der örtlich und zeitlich gebunden ist. Warum sollte er nicht gebunden sein an ein einzelnes Lebewesen, wie die traditionelle Auffassung es von Adam und Eva annimmt? Die Biologie gibt uns beide Wege frei. Andererseits hat die Theologie das Problem überdacht und äußert *keine* Bedenken, das Wort Adam als Gruppenbezeichnung gelten zu lassen, um so die Population zu markieren, aus der die ersten Menschen gekommen sind.

Hier prüfen beide Bereiche, die Naturwissenschaft und die Theologie, ihre Aussagen, grenzen sie ab, vermeiden Überschreitungen und versuchen füreinander Verständnis zu gewinnen. Auf diese Weise bekommen viele Fragen der «doppelten Wahrheit» ihre Lösung.

## 2. Das Beispiel der astronomischen Weltmodelle

Ein besonders markantes Beispiel bietet die Theorie der Sternentwicklung, wie wir es auf Seite 49 ff darstellten. Die Astronomen arbeiten mit sogenannten Weltmodellen, die sie an Hand verschiedener physikalischer Anfangsbedingungen durchprüfen. Man geht z. B. aus von der Homogenität, der Mittelpunktlosigkeit dieses Urstoffes, oder von der Isotropie, die keine ausgesprochene Richtungsbewegung oder Achsendrehung kennt. Man kann den Urstoff als anisotrop betrachten, daß er verschiedenartig bewegt ist. (Singuläre Achse mit einer singulären Bewegungsrichtung.) Es kann eine Rotation dieser Urmaterie angenommen werden, relativ auf die übrige Materie, oder sie kann ohne jede absolute Rotation vorgestellt werden. Jede dieser rein physikalischen

rial im übrigen Lebensbereich angewiesen sei. Anerkannte Biologen und Anthropologen pflichten nämlich dieser These nicht ohne weiteres bei. Nicht im Zusammenhang mit unserer Frage hat Schindewolf in bezug auf den Übergang der Saurier zu den Säugern das Wort geprägt: «Der erste Säuger kroch aus einem Krokodilei.» Prof. Schindewolf geht es dabei um die Herausstellung seines Begriffes der Bauplanänderung im größeren Stil. Nicht in Kleinst- und Kleinmutationen, sondern in einer Großmutation des ganzen Gefüges sei sprunghaft der höhere Stand des Warmblütlers erreicht worden. Wenn das für die großen Ordnungen der Tierwelt gilt, dann wohl auch im Übergangsfeld der Primaten (Herrentiere) zum Menschen.

Andere Autoren weisen auf Australien hin, das beim Wechsel von der Kreidezeit zum Tertiär sich vom Eurasischen Festland losgelöst hat. In die Zeit fällt aber in Eurasien der Übergang vom Saurier zum Säuger. Das Zwischenglied zwischen Sauriern und Säugern, wenn man davon sprechen darf, scheinen die Marsupialier zu sein, die Beuteltiere, die die in sehr unentwickeltem Zustand geborenen Jungtiere in einem Beutel an der Bauchseite aufnehmen, in dem sie sich zum eigenen, selbständigen Leben entwickeln können. Australien kannte vor der Loslösung von Eurasien keine differenzierte Säugerfauna. Daher ging auf dem Zwischenglied-Zustand der Beuteltiere die Entwicklung in Australien weiter.

Es entstehen die höheren Säugetiertypen auf dieser Ebene. Der Werdebefehl zum Warmblüter ist gegeben worden; Australien aber erfüllt diese Zeitsignatur (Dacqué) in der Form seiner Möglichkeiten, nämlich des Beuteltieres. Die jetzt in Australien lebenden Säugetiere sind durch fremde Seefahrer mitgebracht worden.

Es gibt also einen propriophyletischen Ursprung der großen Typen und Stämme, d. h. einen Ursprung, der örtlich und zeitlich gebunden ist. Warum sollte er nicht gebunden sein an ein einzelnes Lebewesen, wie die traditionelle Auffassung es von Adam und Eva annimmt? Die Biologie gibt uns beide Wege frei. Andererseits hat die Theologie das Problem überdacht und äußert *keine* Bedenken, das Wort Adam als Gruppenbezeichnung gelten zu lassen, um so die Population zu markieren, aus der die ersten Menschen gekommen sind.

Hier prüfen beide Bereiche, die Naturwissenschaft und die Theologie, ihre Aussagen, grenzen sie ab, vermeiden Überschreitungen und versuchen füreinander Verständnis zu gewinnen. Auf diese Weise bekommen viele Fragen der «doppelten Wahrheit» ihre Lösung.

## 2. Das Beispiel der astronomischen Weltmodelle

Ein besonders markantes Beispiel bietet die Theorie der Sternentwicklung, wie wir es auf Seite 49 ff darstellten. Die Astronomen arbeiten mit sogenannten Weltmodellen, die sie an Hand verschiedener physikalischer Anfangsbedingungen durchprüfen. Man geht z. B. aus von der Homogenität, der Mittelpunktlosigkeit dieses Urstoffes, oder von der Isotropie, die keine ausgesprochene Richtungsbewegung oder Achsendrehung kennt. Man kann den Urstoff als anisotrop betrachten, daß er verschiedenartig bewegt ist. (Singuläre Achse mit einer singulären Bewegungsrichtung.) Es kann eine Rotation dieser Urmaterie angenommen werden, relativ auf die übrige Materie, oder sie kann ohne jede absolute Rotation vorgestellt werden. Jede dieser rein physikalischen

Voraussetzungen bedingt eine andere Lösung der Differentialgleichungen, die man zur Lösung der Aufgabenstellung ansetzen muß. Es kann sich ein ständig pulsierendes Weltall ergeben, wo eine Expansion eine Kontraktion des Weltalls ablöst. Entsprechend den angenommenen Anfangsbedingungen ist ebenso ein absoluter Nullpunkt mit einer extrem hohen Dichte möglich. Der ungläubige Astronom wird solche Anfangsbedingungen durchaus korrekt setzen dürfen, die ein ständig pulsierendes Weltall ergeben; der gläubige Mensch darf ebenso korrekt die Positionen und Daten verwenden, die seinem Glauben an die Erschaffung der Welt durch Gott konform sind, also den absoluten Nullpunkt im Anfang ergeben. Solange nicht physikalische Gründe ihn zu anderen Voraussetzungen zwingen, hat er das Recht, etwa ein Weltmodell ohne Rotation zu wählen und aus dem sich daraus ergebenden Anfangspunkt einer extremen Dichte auf einen Zeitpunkt zu schließen, an dem Gott die Welt erschaffen hat. Aber er zieht diesen Schluß auf Gott nicht als Astronom, sondern als gläubiger Mensch. Thomas von Aquin hat ja schon betont, daß der zeitliche Anfang der Welt zu glauben und nicht zu beweisen sei<sup>9</sup>.

Daher sagt Prof. Heckmann, Leiter der Sternwarte Hamburg-Bergedorf, mit Recht: «Die Schöpfung aus dem Nichts ist nicht Gegenstand der Kosmologie, sondern des Glaubens<sup>10</sup>.»

Die Naturwissenschaft beweist nicht an erster Stelle die Existenz Gottes, sondern gibt nur in den irdischen Gesetzmäßigkeiten die Zweitursachen und damit das Material an die Hand, das für uns eine Spur Gottes ist, an der der gläubige Mensch zu Gott findet. Dabei stellen wir mit

Freude fest, daß viele widerrechtlich von der Naturwissenschaft aufgerichteten Hindernisse von der modernen Forschung beseitigt worden sind, und es so den gläubigen Menschen leichter gemacht wird, das müde «Ignoramus» des Zweiflers abzulehnen und im positiven Bekenntnis sich zu Gott zu stellen.

## DIE ZUORDNUNG ALS WEGBEREITUNG FÜR BEIDE WISSENSCHAFTEN

### 1. Die andere Fragestellung des Theologen

Im Grunde genommen fragt der Theologe anders als der Naturwissenschaftler. Und er muß anders fragen. Nehmen wir nochmals das Beispiel der Entstehung des ersten Menschen:

Ohne den Thesen zuzustimmen, zitiere ich aus G. Heberer «Der Ursprung des Menschen<sup>11</sup>» folgende Stelle: «Eine lange Kette entsprechender Mutationen, die vielleicht mehrere hunderttausend Generationen umspannte und mit positivem Selektionsdruck (durch Orthoselektion) kumuliert wurde, führte so zur Erwerbung des aufrechten Ganges, zur Eroberung der Steppe als Lebensraum. Die Aufrichtung befreit die Hände von ihrer Funktion bei der Lokomotion. Ihre motorischen Fähigkeiten, im Zusammenhang wiederum mit Gebißreduktion, wurden durch progressive Hirnzentrenvergrößerung und Differenzierungen mit den durch die Hand gegebenen Möglichkeiten kombiniert. Der Effekt bestand in einer fortschreitenden Werkzeugbenutzung.»

Joh. Feiner von Zürich spricht die gleiche Frage als Theologe an in seinem Sammelwerk «Mysterium salutis»<sup>12</sup>: «Die Entstehung des ersten Menschen wäre dann so zu denken, daß bei einer vormenschlichen Lebensform eine Selbsttranszendenz, ein Überstieg von einem nichtgeist-

beseelten Organismus zu einem geistbeseelten Organismus geschah, der aber nicht allein auf Grund der eigenen Kräfte dieses vormenschlichen Wesens erfolgte, sondern kraft der Dynamik des absoluten Seins Gottes als transzendente Begründung des endlichen Seins und Wirkens.»

Wir erkennen sofort, daß diese beiden Äußerungen zwar denselben Gegenstand betreffen, aber in ganz anderen Formulierungen und in anderen Tendenzen sprechen. Der Biologe fragt: Wie ist der Mensch aus dem Tier entstanden? Wie ist dies genetisch und physiologisch vor sich gegangen? Der Theologe fragt: Wie hat Gott es bewirkt, daß aus einem vormenschlichen Wesen ein geistbeseelter Organismus werden konnte? Solange jeder seine Fragestellung ernst nimmt, wird die Frage zwischen Glauben und Wissen, Theologie und Naturwissenschaft immer eine eindeutige, klare Lösung finden<sup>13</sup>.

Die Gegenüberstellungen der beiden Wissenschaften haben viele Mißverständnisse erzeugt. Beide aber dienen doch nur der einen Wahrheit, und jeder auf seine Weise. Insbesondere möchten wir hinweisen auf den Anspruch des Scientismus, der Wissenschaftsgläubigkeit, die in einem unbändigen Optimismus glaubt, im Laufe der Zeit alles ergründen zu können, so daß die Theologie Teil der Naturwissenschaft und der Glaube überflüssig wird. Die letzten Lücken, die die Theologie noch dem Herrgott ausgespart hätte, würden geschlossen. Diesen Fortschrittsglauben des Scientismus teilen wir nicht; denn die nüchterne Überlegung sagt uns, daß der Erkenntnisweg des Menschen in der wissenschaftlichen Forschung uns immer wieder an neue Gestade unerforschter Meere führt. Jedes gelöste Problem erzeugt eine Vielzahl von neuen Fragestellungen. Es bleibt wohl immer bei der «*docta igno-*

rantia», dem «gelehrten Nichtwissen» des Nikolaus von Cues.

Wichtig bleibt für uns, daß wir jeden Bereich, die Naturwissenschaft und die Theologie, in ihren Aussagen bejahen, jedoch nicht beide unerlaubt vermischen.

Wie sieht das *Zusammenspiel* von Naturwissenschaft und Theologie genauer betrachtet aus? Wie vollzieht sich die Begegnung zwischen diesen beiden Disziplinen?

Wir haben zu Beginn dieses Kapitels von dem hermeneutischen Problem gesprochen und darauf hingewiesen, wie klar jede Disziplin ihre Eigenart erkennen muß. Die Inkongruenz von Ergebnissen beider Wissenschaften verpflichtet immer wieder zu neuem Prüfen und Überdenken der eigenen Positionen. Unter keinen Umständen darf eine naturwissenschaftlich vorhandene Lücke durch ein theologisches Argument ausgefüllt werden. Nur dort entstehen echte Lücken, wo vom Wesen her in der philosophischen Durchdringung des Gegenstandes sich eine Inkongruenz nachweisen läßt, wo die «*Causa adaequate proportionata*» — die dem Vorgang vollständig entsprechende Ursache — nicht mit den Mitteln nur *einer* Disziplin erhoben werden kann.

Es gibt Ordnungsprinzipien innerhalb des Naturgeschehens, die wir genau beschreiben können und wo der Vorgang bis ins einzelne mechanisch und biologisch deutbar ist. Die Leitungsfunktion, der treibende Faktor aber, läßt sich aus den mathematischen Gleichungen oder den biologischen Analysen nicht feststellen. Solche herausgehobenen Funktionen zeigen, wo eine neue Qualität entsteht. Wir wissen, was lebendig und was tot ist, aber die Übergänge zwischen Leben und Tod haben wir nicht genügend im Griff. Welches Prinzip reguliert in der Viel-

fältigkeit seiner molekularen Funktionen das, was wir Leben nennen? Handelt es sich nur um kompliziertere Vorgänge im biologischen Bereich? Handelt es sich beim Übergang des Lebenregulativs zum seelischen, geistigen Geschehen nur um weitere Komplexität der Vorgänge? Es muß phänomenologisch und seinsmäßig gefragt werden, was die Eigenschaften des Lebens und was die des Geistes ausmacht. Die Hinweise biologischer und mechanischer Kausalität scheinen nicht zu genügen. Welche neue Ursachenkette hat sich hier eingeschaltet?

Die Frage nach den treibenden Kräften, deren Mechanismus genau beobachtet werden kann, läßt also unser Forschen nicht ruhen, ob nicht doch *mehr* als Physik und Biologie vorhanden ist. Wenn die Zweitursachen im naturwissenschaftlichen Bereich als solche nicht genügen, um den Vorgang im letzten aufzuhellen, hat man das Recht, theologisch weiterzufragen, ohne damit die Kausalität der Naturwissenschaft bestreiten zu wollen.

Niemand hat früher die Bildübertragung aus der Ferne und die Wortübertragung durch Rundfunk für möglich gehalten. Jetzt gehört es zur Selbstverständlichkeit schon für jedes kleine Kind. Es kennt den Rundfunk und kennt das Fernsehen. Niemand hat gewußt, welche Energien in den Atomen sich verbergen, bis die Kernspaltung gelungen ist; jeder Mensch dieser Welt spricht heute von der Atomenergie und der Atombombe.

Entscheidende Markierungen durch eine Erfindung kennzeichnen diesen Weg der Forschung. Etwa den Nachweis der elektromagnetischen Wellen von Heinrich Hertz, die man beliebig erzeugen, richten und lenken kann; die Auflösung des Atoms in Atomkern und Elektronen, wie sie Becquerell und dem Ehepaar Curie gelungen ist; die Kernspaltung, die Otto Hahn 1938 vornahm. Vorausge-

rantia», dem «gelehrten Nichtwissen» des Nikolaus von Cues.

Wichtig bleibt für uns, daß wir jeden Bereich, die Naturwissenschaft und die Theologie, in ihren Aussagen bejahen, jedoch nicht beide unerlaubt vermischen.

Wie sieht das *Zusammenspiel* von Naturwissenschaft und Theologie genauer betrachtet aus? Wie vollzieht sich die Begegnung zwischen diesen beiden Disziplinen?

Wir haben zu Beginn dieses Kapitels von dem hermeneutischen Problem gesprochen und darauf hingewiesen, wie klar jede Disziplin ihre Eigenart erkennen muß. Die Inkongruenz von Ergebnissen beider Wissenschaften verpflichtet immer wieder zu neuem Prüfen und Überdenken der eigenen Positionen. Unter keinen Umständen darf eine naturwissenschaftlich vorhandene Lücke durch ein theologisches Argument ausgefüllt werden. Nur dort entstehen echte Lücken, wo vom Wesen her in der philosophischen Durchdringung des Gegenstandes sich eine Inkongruenz nachweisen läßt, wo die «*Causa adaequate proportionata*» — die dem Vorgang vollständig entsprechende Ursache — nicht mit den Mitteln nur *einer* Disziplin erhoben werden kann.

Es gibt Ordnungsprinzipien innerhalb des Naturgeschehens, die wir genau beschreiben können und wo der Vorgang bis ins einzelne mechanisch und biologisch deutbar ist. Die Leitungsfunktion, der treibende Faktor aber, läßt sich aus den mathematischen Gleichungen oder den biologischen Analysen nicht feststellen. Solche herausgehobenen Funktionen zeigen, wo eine neue Qualität entsteht. Wir wissen, was lebendig und was tot ist, aber die Übergänge zwischen Leben und Tod haben wir nicht genügend im Griff. Welches Prinzip reguliert in der Viel-

fältigkeit seiner molekularen Funktionen das, was wir Leben nennen? Handelt es sich nur um kompliziertere Vorgänge im biologischen Bereich? Handelt es sich beim Übergang des Lebenregulativs zum seelischen, geistigen Geschehen nur um weitere Komplexität der Vorgänge? Es muß phänomenologisch und seinsmäßig gefragt werden, was die Eigenschaften des Lebens und was die des Geistes ausmacht. Die Hinweise biologischer und mechanischer Kausalität scheinen nicht zu genügen. Welche neue Ursachenkette hat sich hier eingeschaltet?

Die Frage nach den treibenden Kräften, deren Mechanismus genau beobachtet werden kann, läßt also unser Forschen nicht ruhen, ob nicht doch *mehr* als Physik und Biologie vorhanden ist. Wenn die Zweitursachen im naturwissenschaftlichen Bereich als solche nicht genügen, um den Vorgang im letzten aufzuhellen, hat man das Recht, theologisch weiterzufragen, ohne damit die Kausalität der Naturwissenschaft bestreiten zu wollen.

Niemand hat früher die Bildübertragung aus der Ferne und die Wortübertragung durch Rundfunk für möglich gehalten. Jetzt gehört es zur Selbstverständlichkeit schon für jedes kleine Kind. Es kennt den Rundfunk und kennt das Fernsehen. Niemand hat gewußt, welche Energien in den Atomen sich verbergen, bis die Kernspaltung gelungen ist; jeder Mensch dieser Welt spricht heute von der Atomenergie und der Atombombe.

Entscheidende Markierungen durch eine Erfindung kennzeichnen diesen Weg der Forschung. Etwa den Nachweis der elektromagnetischen Wellen von Heinrich Hertz, die man beliebig erzeugen, richten und lenken kann; die Auflösung des Atoms in Atomkern und Elektronen, wie sie Becquerel und dem Ehepaar Curie gelungen ist; die Kernspaltung, die Otto Hahn 1938 vornahm. Vorausge-

gangen war im Jahre 1900 die Lösung eines Energieaustausch-Problems, das Planck zur Entdeckung des Wirkungsquantums  $h$  führte, womit er die Quantenphysik begründete. Gleich wichtig war das Versagen des Michelsonschen Versuches zum Nachweis des Äthers, in dem das Weltall sich bewegen soll.

Alle diese Entdeckungen – und es ließen sich viele weitere anfügen – waren Wendepunkte, die uns zu neuen Wegen hinführten. Es waren die Stellen, wo ein neues Denken und ein neues Schaffen des Menschen ansetzen konnte. Hatte man früher voreilig diese Vorgänge als physikalisch nicht auflösbar und von der Schöpferkraft Gottes direkt abhängig erklärt, so wissen wir heute, daß überall eine strenge Naturgesetzmäßigkeit herrscht. Diese herausgehobenen Entdeckungen stellen gleichsam die Realisierung eines neuen Werdebefehles Gottes dar.

Die Naturwissenschaft kommt aber erst dort an ihre Grenze, wo sie von sich aus nichts mehr zu den Vorgängen zu sagen weiß. Diesen Punkt auszumachen ist außerordentlich schwierig und muß behutsam geschehen. Im Laufe der Zeiten hat die Naturwissenschaft immer weitere Gebiete erfaßt, die früher als Erklärungsgrund nur die Glaubenswissenschaft kannten. Aber jeder Zeit ist es aufs neue aufgegeben, die Ergebnisse der Naturwissenschaft mit den Tatsachen des Glaubens zu konfrontieren. So konnten wir über den zeitlichen Beginn des Weltalls im Schöpfungsakt aussagen: Nicht der Astronom als Fachgelehrter, sondern der gläubige Mensch im Astronomen erklärt: Gott hat in jenem singulären Zeitpunkt extremer Kompression die Welt erschaffen.

## 2. Der Grenzfall des Bios bei der Typenentstehung

In diesem Rahmen sei ein Beispiel aus der Biologie angefügt: Die Paläontologie hat auf Grund eines umfassenden Materials erkannt, daß es Zeiten explosiver, sprunghafter Umprägungen im Lebenskosmos gegeben hat, wo plötzlich neue Typen in der Welt des Lebens entstanden sind. Diese Zeiten sind eng begrenzt, und in ihnen birgt sich eine große Mannigfaltigkeit neuer Lebensformen. Wir nennen diesen Vorgang heute Typogenese. Bekannt ist der Übergang von den wirbellosen Tieren zu den Wirbeltieren, von den Fischen zu den Amphibien, von den Reptilien, den Vögeln hin zu den Säugern. Sobald eine solche Phase erreicht ist, werden alle Möglichkeiten dieser neuen Typen abgewandelt, sei es durch Ausmühen, durch Anpassung an die Umwelt, sei es durch Auslese.

Diese Stufen nennen wir Adaptogenese, in der die Typen sich innerhalb ihres Typengrundplanes ausspezialisieren und an die neuen Verhältnisse adaptieren. Hier mögen die Kleinmutationen mitgeholfen haben. Die Typenabwandlung geschieht eben in kleinsten Schritten durch die Mikrophylogese, so daß Rasse, Art und Gattung sich in dieser Weise entfaltet haben<sup>14</sup>.

Für die Typogenese, den Typensprung, hat man bis heute noch keine hinreichende biologische Erklärung gefunden. Die richtungslosen Kleinmutationen, von denen Heberer, Rensch und andere sprechen, reichen nicht aus, um die Plötzlichkeit und die Fülle des Geschehens im eng begrenzten Zeitraum zu erklären<sup>15</sup>.

Wenn Prof. Rensch in seiner sehr guten Darlegung der neueren Probleme der Abstammungslehre dann Ausdrücke gebraucht wie «Anagenese» oder Heberer von «additiver Typogenese» spricht, so werden hier zwar

Vorgänge mit Namen belegt, aber keine letzten Erklärungen gegeben. Für diese Vorgänge benötigen die Autoren dann auch einen weit gespannten Zeitrahmen von Millionen Dezennien. Das Wort Orthogenese als zielstrebige Entfaltung will man umgehen, da darin eine Finalität ausgedrückt scheint. Alles muß letztlich zufallsmechanisch erklärt werden. Daher spricht Heberer von orthoselektiven, rektilinearen Prozessen. Das heißt übersetzt: Ein Auswahlprinzip ist wirksam, das eine Ordnung und eine gerade Richtung beinhaltet. Während Teilhard de Chardin mit Leidenschaftlichkeit für die Orthogenese, für die gerichtete zielstrebige Entwicklung eintritt, lehnt die moderne Biologie diesen Ausdruck ab. Man spricht lieber von einem Trend, einem Streß, zu dem die Entwicklung hintreibt. Was wir heute im Rahmen des Geschehens der Kleinmutationen feststellen, bewegt sich immer im Art-rahmen, geht über die Art nicht hinaus. Um die Typogenese jedoch zu erklären, nehmen einige Forscher die Möglichkeit großmutativer Umprägungen im Keimzustand an. Man spricht von sprunghaften Umprägungen der Typen, die im Embryonalzustand geschehen seien. Prof. Schindewolf (Tübingen) und viele andere vertreten diese Thesen. Sein Wort ist oben zitiert worden: «Der erste Säuger ist aus einem Reptilei gekrochen.» Die Großmutation, die Bauplanänderung, scheint zunächst die einzige Möglichkeit zu sein, die These von der Entstehung der einen Art aus der anderen zu retten. Diese Großveränderungen, die auch den Bauplan, das Organisationsgefüge des Lebens betreffen, führen uns im Augenblick an die Grenze des biologischen Forschens. Man weiß sehr viele Einzelheiten des Geschehens, kann sie aufeinander abstimmen; aber man sieht nicht den Regulator, der alles so zielstrebig auf das Kommende hin ordnet. Hier kommt

der Philosoph und der Theologe wohl zu Wort. Er darf fragen: Woher kommt dieser Sprung, diese unerwartete zeitgebundene Umprägung des Gegenstandes, für die der Biologe keine hinreichenden Erklärungen mehr angeben kann? Es ist der Weg frei gemacht, daß der religiös denkende Mensch in die Ursache dieser Großmutationen Kräfte hineinlegt, die schöpferischer Art sind, sei es, daß sie als Potenzen bei der Schaffung in die Lebewesen hineingelegt worden sind (Augustinus), oder daß die schöpferische Kraft Gottes bei diesen Großmutationen sich offenbart. Der denkende Mensch hat in seinen religiösen Anliegen durchaus das Recht, die schöpferische Macht Gottes, die «bis zur Stunde noch wirkt» (Joh 5, 17), in Anspruch zu nehmen. Als Biologe bleibt der Forscher jedoch heute bei der Großmutation stehen, und die religiöse theologische Deutung dispensiert ihn in keiner Weise von der weiteren Durchforschung des geheimnisvollen Vorganges, um noch mehr Licht in die Zielrichtung des komplexen Geschehens zu bringen.

## GOTT ALS LÜCKENBÜSSER DER WISSENSCHAFT

Hatten wir schon im ersten Kapitel, bei der Darstellung des physikalischen Weltbildes der Klassik, von dem Laplace'schen Geist geredet, so ist hier ein Zitat von Friedrich Dessauer am Platze aus seinem Werk «Leben, Natur, Religion»<sup>16</sup>: «Der Laplace'sche Geist, Kenner aller Naturkonstanten und Gesetze und der Augenblickslage, wüßte dennoch nicht, wie es weitergeht. Er stünde, im Besitz aller physikalisch determinierenden Gesetze, vor einer ungeheuren Zahl von Möglichkeiten, berechtigten Schritten in die Wirklichkeit. Und mit Staunen nähme er wahr, daß in großen Bereichen der Wirklichkeit gerade das regelmäßig geschieht, was er für ausgeschlossen, ja ganz und gar unwahrscheinlich erklärt hat; von dem er berechnete, daß es in Millionen Jahren einmal eintreten könnte: das physikalisch Unwahrscheinlichste als Regel, jedoch im Einklang mit den Physikgesetzen. Der Laplace'sche Geist befände sich vor einem ungeheuren Schach. Zwar kennt er genau jede Figur und die ihr gegebene Wirkungsfunktion, die seiner Bauern, Springer, Türme. Aber es sind viele Züge möglich, es geschehen unerwartete, aus der naturkausalen Physikordnung nicht voraussehende. Welche geschehen, das steckt nicht nur in der Stellung und den Figuren, nicht nur in der Lage der Naturdinge, ihren Konstanten und den determinierenden Funktionen. Da ist noch Platz für eine Wirklichkeit anderer Art, die aus dem Vorrat des Möglichen die Auswahl trifft: den Spieler des Schachs.»

Das bedeutet, daß die *vollständige* Ursache des Geschehens die treibende Kraft, die regulierende Funktion, das Vitalprinzip oder wie wir es nennen wollen, miteinschließen muß. In dieser unausweichlichen Folgerung dokumentiert sich die neue Qualität, die das Leben darstellt. Gott ist hier nicht Lückenbüsser für noch fehlende naturwissenschaftliche Erkenntnisse.

Ich möchte mit wenigen Worten diesem Mißverständnis begegnen, das bei der heißen Auseinandersetzung zwischen Glauben und Wissen immer wieder aufbricht. Der Einwand lautet: Wird die Größe Gottes nicht durch die Methode, sein Wirken erst an den Stellen einzuschalten, wo die Naturwissenschaft versagt, herabgesetzt? Wird Gott nicht zum Lückenbüsser für noch fehlende naturwissenschaftliche Erklärungen degradiert? Hier wird zwar nicht der dialektische Sprung, wohl aber die Allmacht Gottes zur Deutung in Anspruch genommen. Ist bei dieser Deutung nicht Gott auf dem Rückzug vor der Naturwissenschaft?

Für den religiösen Menschen sieht die Fragestellung anders aus: Gott hat als Schöpfer alles geschaffene Sein und Werden bis zur Stunde in der Hand; denn Gott «erhält» die Welt. Durch die Zweit-Ursachen, um die es bei der Naturwissenschaft geht, bewirkt er alles, und in ihnen ist seine wirkende und erhaltende Macht tätig. Der Gott der Christen ist nicht der Gott der Deisten, der, ohne eingreifen zu können, dem Getriebe der Welt zuschaut, sondern er ist ein stets wirkender Gott. Er ist «*actus purus*», wie die Theologie sagt.

Wenn der christliche Naturwissenschaftler bei der Erforschung der Zweit-Ursachen auf herausgehobene Funktionen stößt, die naturwissenschaftlich nicht geklärt werden können, jedoch eine unmittelbare Beziehung zu den Hin-

tergründen des von ihm erforschten Seins und Werdens haben, so hat er in seinem religiösen Anliegen durchaus das Recht, das unmittelbare Wirken der schöpferischen Macht Gottes zur weiteren Erklärung heranzuziehen. Es handelt sich dabei um die Ausdeutung dessen, was uns z. B. physikalisch als Masse und Energie entgegentritt, was die Unveränderlichkeit der Gesetze, was das Wesen der Naturkonstanten betrifft, oder was, biologisch gesehen, die Vielgestaltigkeit des Lebens und seiner Evolution beinhaltet, was der spontane Typensprung, und was die Zweckmäßigkeit und Zielstrebigkeit usw. besagen. Er kann bei all diesen Grenzfragen, die aus dem kausalen Bedürfnis des Menschen mit besonderer Dringlichkeit aufstehen, die unmittelbar-schöpferische Macht Gottes als Erklärung benutzen, *soweit* die ungeklärten Fakten in ihrer Umschreibung hindeuten auf Vorgänge, die jenseits von Physik und Biologie liegen und den in der Offenbarung bezeugten Eigenschaften des lebendigen Geistes analog sind. So deutet er Masse und Energie letztlich als aus der Allmacht Gottes hervorgehend, die «ewigen» Gesetze als dem ewigen Gesetzgeber unterworfen, Licht und Leben, als Prädikate Gottes, die Gott seinem Werke mitgegeben hat, die spontane Typenentstehung als Werdebefehle Gottes. Damit läßt er der kommenden Forschung alle Türen offen; denn seine theologischen Erklärungen behalten wegen ihrer seinsmäßigen Allgemeinheit ihre Gültigkeit und engen nichts ein.

Gott ist daher nicht Lückenbüßer für noch fehlende naturwissenschaftliche Erkenntnisse, sondern der Naturwissenschaftler erkennt, daß das Offenbarungswort Gottes für ihn wieder ein neues Verständnis gewinnt. Das aber nennt der religiöse Mensch nicht mehr Physik oder Biologie, sondern religiöse Ausdeutung durch die Theologie.

Wir sagen nicht, daß die moderne Biologie etwa den Schöpfungsbericht der Bibel beweist, sondern wir erkennen, daß der Schöpfungsbericht Raum läßt für das naturwissenschaftliche Denken, wenn wir als Biologen an den Text herangehen.

Wir können den Schöpfungsbericht von Vers zu Vers einer Betrachtung unterziehen und wir werden finden, daß neben der religiösen, dogmatischen Deutung das Verständnis vom Naturwissenschaftlichen her durchaus möglich ist. Ja, es wird uns ein tiefes Staunen überkommen, das jeden Leser des Schöpfungsberichtes erfaßt, über den Reichtum dieser uralten Urkunde der Menschheit, über diese klare und doch nicht ausschöpfbare Darstellung, die dem einfachsten Kind verständlich ist und den reifen Menschen, auch den Naturwissenschaftler, mit tiefer Ehrfurcht erfüllt.

Der Weg zur Wahrheit ist für uns ein doppelter Weg: der Weg des Glaubens an die Offenbarung und der Weg der Wissenschaft. Beide Wege führen uns nicht zu zwei Wahrheiten, sondern zu der einen Wahrheit, die in Gott vereint ist. Diese beiden Wege mögen methodisch nebeneinander und vielleicht weit getrennt voneinander verlaufen. Im lebendigen Menschen jedoch sind sie eins. Denn der Mensch ist ja von Gott erschaffen und trägt die Spuren Gottes in sich. Er kann also nicht Gott entrinnen. Und wenn auch der Atheismus mit überlegener Geste den Glauben beiseite schiebt, so ist sein Protest gegen den Glauben eine verräterische Offenbarung. Es läßt sich vieles sagen über den «Gottesglauben des Atheismus». Für uns aber führen beide Wege in lebendiger Einheit zum lebendigen Gott, dem Schöpfer des Himmels und der Erde.

Der dialektische Materialist wird immer noch Materie finden, vielleicht nur mehr in der Form einer energetischen Feldgröße, aber diese von ihm als materielle Substanz gedeutete Erscheinung wird ihm genügen, um Materialist bleiben zu können, weil er seinem «Glaubenssatz» nicht untreu werden will: «Im Anfang war die Materie, alles ist Materie und sie wird in Ewigkeit sein.»

Wir aber werden die gleiche Materie finden, werden sie mit gleicher Exaktheit untersuchen und erkennen sie als eine Spur des lebendigen Gottes und bekennen freudig: «Ich glaube an Gott, den allmächtigen Vater, Schöpfer des Himmels und der Erde.»

## 5. Kapitel

# ZUM STAMMBAUM-PROBLEM DER BIOLOGIE

Der dialektische Materialist wird immer noch Materie finden, vielleicht nur mehr in der Form einer energetischen Feldgröße, aber diese von ihm als materielle Substanz gedeutete Erscheinung wird ihm genügen, um Materialist bleiben zu können, weil er seinem «Glaubenssatz» nicht untreu werden will: «Im Anfang war die Materie, alles ist Materie und sie wird in Ewigkeit sein.»

Wir aber werden die gleiche Materie finden, werden sie mit gleicher Exaktheit untersuchen und erkennen sie als eine Spur des lebendigen Gottes und bekennen freudig: «Ich glaube an Gott, den allmächtigen Vater, Schöpfer des Himmels und der Erde.»

## 5. Kapitel

# ZUM STAMMBAUM-PROBLEM DER BIOLOGIE

Wenn wir zum Stammbaumproblem Stellung nehmen, ist es notwendig, einen kurzen Überblick über das Leben, seine Entstehung und seine Entwicklung zu geben.

## WAS IST DAS LEBEN?

Der mechanistische Materialismus setzt Lebendes und Totes gleich. Das Lebendige ist nur komplizierter zusammengesetzt als das Unlebendige, das Anorganische. Demgegenüber sagt der dialektische Materialismus, daß das Leben eine neue, höhere Qualität des Seins darstellt, die sich allein aus physikalisch-chemischem Geschehen herleite, jedoch hebe der «dialektische Sprung» das mechanisch-physikalische Geschehen auf diese neue Ebene. Naturgesetzlich sei das Leben aus sich selbst erklärbar. Der «dialektische Sprung» ist dabei die Vokabel, die der materialistischen, marxistischen Philosophie entnommen ist und durch Extrapolation auf ein anderes Gebiet, nämlich das der Naturwissenschaft übertragen ist, wie wir schon im Kapitel IV gehört haben. Extrapolationen spielen in der marxistischen Wissenschaft als die Möglichkeit, in andere Fachgebiete überzugreifen, eine große Rolle. Im Grunde genommen wird mit dem Wort «dialektischer Sprung» das eigentliche Problem verdeckt. Die Frage besteht ja gerade darin, wie die naturgesetzliche, mechanische Kausalität sich auf eine höhere Stufe erheben kann.

Dieser Vorgang wird jedoch nur mit einem Wort versehen, aber nicht erklärt. Die Frage besteht also weiter: Was hat in das Anorganische so eingewirkt, daß aus Unlebendigem Lebendiges geworden ist?

1. Es geht beim Leben zunächst nicht nur um eine höhere Gesetzlichkeit und um eine größere Kompliziertheit der Vorgänge, sondern die Vielfältigkeit der Lebensprozesse, ihre Spontaneität und Aktivität, die Regulation und Ganzheitsbezogenheiten zeigen eine *höhere Qualität des Seins* an, das nicht aus physikalischen Daten ableitbar ist. Es erfordert als umfassende Ursache mehr als Physik und Chemie. Wie schon bei den atomaren und molekularen Geschehnissen eine spezifische *Struktur*, genauer gesagt ein eigener *Träger* notwendig zu sein scheint, der jenseits der physikalisch-chemischen Naturgesetzlichkeit und doch durch sie jedes atomare und molekulare Gebilde zielgerecht steuert, so noch viel mehr bei den hoch differenzierten und komplizierten Lebensvorgängen.

### 2. *Äußerungen des Lebens*

Bewegung, Wachstum, Vermehrung genügen nicht, um den Unterschied gegenüber dem Leblosen zu dokumentieren. Bewegung gibt es im atomaren Bereich, Wachstum gibt es bei den Kristallen, Vermehrung bei chemischen Prozessen durch Autokatalyse. Das Leben dokumentiert sich in vielen Sonderfunktionen:

- a) im Stoffwechsel, bei Aufnahme und Abgabe von Stoffen,
- b) in der Spontaneität und Aktivität. Im Lebewesen liegt der Ursprung der Betätigung,
- c) in der Zielstrebigkeit aller Vorgänge,
- d) in der Ganzheitsbezogenheit aller Prozesse.

Genannt seien die Regeneration bei Seeigelkeimspaltung (Hans Driesch), die Regeneration der Augenlinse bei Tritton, der Insektenflug, die Orientierung der Fledermäuse, das Netz der Spinne, der Erbsenkäfer, Nachrichten-Netz Mensch und vieles andere.

Wenn wir all diese Vorgänge, so komplex sie auch sind, im physiologischen Bereich erklären wollen, finden wir, daß das Leben zielstrebige, spontane und ganzheitliche Vorgänge kennt, die einen Träger, ein Subjekt, ein inneres Zentrum, einen Dirigenten erkennen lassen. Dazu kommt der Stoffwechsel, die Selbstbewegung, echtes Wachstum und vor allem Vermehrung. Gehen wir eine Stufe noch ins Innere des Lebens hinein und fragen uns nach der Regulierung und Steuerung der chemischen biologischen Aktivität im molekularen Bereich, dann wird die Komplexität von all dem, was wir Leben nennen, noch deutlicher.

## ENTSTEHUNG DES LEBENS

1. Leben ist nicht immer nur Zell-Leben. Es gibt organbildende Keimbezirke, die die Zelle erst schaffen.
2. Das Normalleben ist jedoch Zell-Leben: In dem tausendsten Teil eines Stecknadelkopfes laufen nebeneinander komplizierte organische Prozesse chemischer Art ab, ohne sich zu stören. In der Zelle, die etwa oft nur ein Hunderttausendstel  $\text{mm}^3$  groß ist, befindet sich der Zellkern, in dem verschiedenartigste Gebilde vorhanden sind, wie die Chlorophyllkörperchen und die Mitochondrien. Im Zell-Leib arbeiten die Ribosomen, die das Eiweiß aufbauen; außerdem sind dort die Mikrosomen und der Golgi-Apparat, die ihre Aufgaben an dem ständig wechselnden Basentriplex der Nucleotiden und der 20 Aminosäuren zu erfüllen haben. Wir begreifen, daß dieses hochdifferenzierte dynamische System in seiner inneren Struktur eine Steuerungsfunktion hoher Ordnung besitzen muß, damit ein geregelter Ablauf möglich wird.
3. *Leben ist Eiweißleben.* Hochkomplizierte Kohlen-Wasserstoffe verbinden sich mit Aminosäureresten zu Peptiden und Polypeptiden. Das Eiweiß der Seide hat 2592 Aminosäurereste nötig. Zehntausende bis Hunderttausende Atome sind zu einem Eiweißmolekül verbunden. Oparin erklärt in seinem Buch «Die Entstehung des Lebens auf der Erde» die Bildung des Eiweißlebens aus nur chemisch-

physikalischen Fakten im Rahmen einer erstaunlich ausgearbeiteten Hypothese. Den Übergang aber zum Leben muß er dennoch mit einem aus der Philosophie entlehnten Wort erklären, mit dem dialektischen Sprung.

4. Belebungsversuche an Leichen, die vereist sind, sind nicht beweiskräftig dafür, daß man aus Totem Leben erwecken kann. Es handelt sich um herabgesetzte Lebensfunktionen, um Scheintod, nicht aber um echten Tod. Eine Uhr bleibt funktionsfähig, auch wenn das Perpendikel angehalten ist. Die Lebensfunktionen sind nicht erstorben, sondern bis auf ein *Minimum* zum Stillstand gebracht.

5. Was den Ursprung des Lebens angeht, kann die Mikrobiologie vieles beitragen, um die Kenntnis über die Entstehung der einzelnen komplizierten, organischen Stoffe zu erweitern. Damit wird aber nur das äußere Gerüst beschrieben, in dessen Gehäuse sich das Leben einmal entfalten soll. Mit dem Gerüstbau des Eiweißmoleküls ist nur die Voraussetzung für die neue Potenz des Lebens gegeben, sei es daß Gott, wie bei der Zeugung des Menschen die Seele, so auch hier das Leben diesem Gebilde unmittelbar mitteilt, sei es daß man mit Augustinus die These vertritt, daß die am Schöpfungsmorgen von Gott geschaffenen Potenzen erst dann aktiviert werden können, wenn die spezialisiertere und differenziertere Umwelt sie auslöst. Die spezialisiertere Umwelt ist in diesem Falle das synthetisierte Eiweißmolekül. Die Potenz, die in ihm aktiviert wird, ist erst das Leben.

## DIE ENTWICKLUNG DES LEBENS

Daß es eine echte Entwicklung des Lebens vom Keim her bis zum erwachsenen Organismus gibt, ist allen Biologen klar. Daß es auch eine erweiterte Entwicklung über die Arten hinaus gibt, scheint einleuchtend zu sein, aber die Einzeldeutung dieses Vorganges ist sehr schwierig. Für die Entwicklung des Lebens gibt es drei biologische Erklärungsversuche.

- a) Lamarck: Die Entwicklung geschah durch Anpassung an die Umweltverhältnisse;
- b) Darwin: Die Entwicklung ist durch natürliche Zuchtwahl im Kampf um das Dasein zustande gekommen;
- c) die Genetik: Neu erworbene Eigenschaften werden vererbt.

Der entscheidende Punkt bei der Entwicklung ist die Vererbung neu erworbener Eigenschaften. Bis jetzt fehlen für diese Vererbung im Einzelfall die exakten Beweise. Vierterlei positive Hinweise sind jedoch gegeben. Ohne eine solche Verankerung erworbener Eigenschaften im Gengefüge ist überhaupt eine Entfaltung und Entwicklung des Lebens nicht möglich.

Was wir «genetisch» von der Höherentwicklung wissen, deutet auf kleine Mutationen hin, die im Artrahmen bleiben und nicht lebensfördernd, sondern meist degenerativ und letal, d. h. todbringend wirken. Wenn eine Erklärung im Mutationsrahmen möglich sein sollte, bleibt nur

die Großmutation positiver Art übrig, die jedoch ebenfalls unbewiesen ist<sup>1</sup>. Die Beweise für die Entwicklung, die meistens generell gegeben werden, reichen nicht hin:

- a) Das biogenetische Grundgesetz von Haeckel. Es ist eine Rahmenerklärung, aber kein Gesetz.
- b) Die rudimentären Organe sind in ihrem Erklärungswert für die Entwicklung sehr bestritten.
- c) Serologische Reaktionen: Sie beweisen die Ähnlichkeit der Molekülgruppen des Blutes, aber keine Verwandtschaft.

Was wir beobachten, ist eine imponierende Sukzession der Lebewesen in vielen Ähnlichkeiten. Ein Nacheinander der einzelnen Organismen also, aber ein Auseinanderhervorgehen im genetischen Sinne kann nicht streng bewiesen werden. Die Lebewesen, die die Brücke von Art zu Art bilden sollen, fehlen. Stammbäume sind in kleinen Bezirken nachweisbar, der Stamm selbst jedoch und die Abzweigungsstellen sind nicht auffindbar und bleiben hypothetisch. Dennoch gibt es keinen Biologen, der nicht an die genetische Entwicklung des Lebens glaubt. Nur sehen die einen rein zufällige Faktoren am Werk, die in einer höheren Entwicklung sich ausdifferenzieren, und lehnen jederlei Lenkung ab.

Der Christ hingegen sieht in der inneren Zielstrebigkeit des ganzen Geschehens im Lebensbaum ein immanentes Wirken einer höheren Ebene, die durch die spezifische Struktur alles Lebendige leitet, eine Ebene, die wir letztlich, personal gefaßt, Gott nennen. So ergibt sich für den gläubigen Christen, daß die biologische Entwicklung und das Schöpfungsdogma sich nicht widersprechen, sondern einander ergänzen.

## DAS STAMMBAUMPROBLEM BEIM MENSCHEN

Vielfach nimmt man an, daß der Mensch im jüngeren Tertiär körperlich aus Menschenaffen, ähnlich dem Gibbon oder dem Schimpansen, hervorgegangen sei; im älteren Diluvium soll er vollends seine geistigen Kräfte erworben haben, nachdem er zuvor infolge Zunahme seines Körpergewichtes für das Baumleben zu schwer geworden war und zur Erde herabstieg, wobei die beim Hangeln geübte senkrechte Körperhaltung zum aufrechten Gang wurde. Die Kälte der Eiszeit soll den Menschen, der bei zufälligen Bränden die Wirkung des Feuers kennenlernte, auf den Gedanken gebracht haben, selbst nach Bedarf das Feuer zu gebrauchen und sich zu wärmen. Auf diese Weise sei dann unsere Kultur entstanden (so W. Weinert).

Selbst den Abstammungsforschern, wie Hennig in Tübingen, die sehr genaue Daten für die einzelnen Stufen, die zur Menschwerdung geführt haben, angeben, erscheint die völlige Besonderheit des Menschen auch abstammungsmäßig deutlicher zu werden. In seinem Aufsatz «Zur Menschwerdung» schreibt Hennig<sup>2</sup>: «Eine allgemeine Grenzziehung zwischen Menschenaffen und Menschen ist rein körperlich heute bereits zur Unmöglichkeit geworden.» Und dann fährt er fort: «Mitten durch nachweisbar enge Blutsverwandtschaft müssen wir rein naturwissenschaftlich-objektiv gleichwohl eine systematische

Grenze erster Ordnung ziehen, die nicht nur vom Affen, vom Säuger, vom Wirbeltier, sondern überhaupt vom Tierreich scheidet! Das Hinüberschlagen der Evolutionsgesetze vom Physischen auf das Nichtmaterielle hat im kurzen Anlaufen nur weniger Jahrhundert-Tausende ein Grundsätzlich-Neues als Typusmerkmal eingeführt.» Wir hätten gegen die Formulierungen manches zu sagen. Wichtig erscheint, daß das Seelische, Geistige als etwas völlig Neues erkannt wird, als etwas grundsätzlich Anderes, das den Menschen vom ganzen Tierreich scheidet, so daß eine systematische Grenze erster Ordnung vorhanden ist.

Wenn man von der Abstammung des Menschen spricht, muß man sich über das Wesen des Menschen vorerst Klarheit verschaffen. A. Portmann (Basel) betont das sehr. Man kann überhaupt nicht richtig die Abstammung nur vom Körperlichen her bestimmen. Wenn ich die Entwicklung des Säugers aus dem Reptil begreifen will, muß ich auch die völlig neue «seelische» Lage dazunehmen, das «seelisch» veränderte Wesen des Säugetieres gegenüber dem «seelischen» Verhalten des Reptils. Erst an diesem Unterschied wird mir der Abstand klar und der Fortschritt gegenüber dem Reptilhaften. So betont Portmann in schöner Weise aus dieser Sicht die Bedeutung des ersten Lebensjahres beim Menschen. Er kann nachweisen, daß der Mensch allein gegenüber den anderen Säugern seinen embryonalen Zustand mit der Geburt noch nicht vollendet hat. Die Jungtiere der Primaten sind bei der Geburt weitgehend selbständig und mit wachen Sinnen ausgerüstet. Wenn die Tiere dann zwar noch «Nesthocker» sind und sich anklammern an das Muttertier, so verbirgt das nur die schon vorhandene Selbständigkeit. Wenn der

Mensch nur einen Säugertypus darstellt, dann müßte der Neugeborene ein Nestflüchter sein, er müßte die für uns charakteristische aufrechte Haltung aufweisen und über die Elemente der Lautsprache verfügen. Er müßte also die Eigenschaften haben, die ein einjähriges Kind besitzt. Es müßte eine Schwangerschaft von 21 Monaten vorausgehen, wie wir sie beim indischen Elefanten finden. Daß das Menschenkind diese Zeit außerhalb des Mutterschoßes zubringt, ist bedeutungsvoll für die Entstehung der als geistig bezeichneten Sondermerkmale des Menschen, des geistigen Erlebens, der menschlichen Sprache und der aufrechten Haltung. Das zentrale Nervensystem des Menschen ist viel komplizierter und hätte zur Ausarbeitung seiner Möglichkeiten eine viel längere Fötalperiode nötig. Daß der Mensch aber nur diese kurze Zeit des embryonalen Lebens kennt, deutet darauf hin, daß dieses zentrale Nervensystem eine ganz andere, nur in der neuen Umwelt mögliche Ausbildung erlangen muß. Der Mensch ist eben etwas grundsätzlich Neues<sup>3</sup>!

Man müßte im Anschluß an die Forschungen Portmanns Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten gestaltlicher Art zwischen den Menschen und den heute lebenden Menschenaffen aufzeigen. Knochenbau, Schädelform, Eiweißaufbau des Blutes, Funktionen von Fuß und Hand, Gebiß- und Zahnuntersuchungen müßten das Bild vervollständigen. Wir weisen hin auf die Zusammenstellung in A. Haas: «Das stammesgeschichtliche Werden der Organismen und des Menschen»<sup>4</sup>.

Als ein Beispiel solcher Betrachtungsweise zitieren wir die schönen Darlegungen des Kieler Anatomen Professor von Kügelchen, die er über die Hand des Menschen veröffentlicht hat:

«Die vergleichende Anatomie der Hand lehrt, daß die menschliche Hand noch heute den primitiven, ursprünglichen Bauplan der Vierfüßergliedmaßen, des fünfstrahligen Autopodium, repräsentiert . . . Selbst die Hände von Affen, z. B. die des Rhesusaffen, können in Form, Konstruktion und Material weitgehend denen des Menschen ähnlich sein . . . Die wunderbare Beweglichkeit und Ausdrucksfähigkeit der menschlichen Hand ist also ganz offensichtlich nicht auf eine etwa besondere Konstruktion oder Differenziertheit ihres mechanischen Apparates zurückzuführen . . . Alle Vor- und Urmenschen besaßen aber, soweit die spärlichen Handfossilien diesen Schluß gestatten, morphologisch bereits völlig menschliche Hände . . . Doch haben viele Affen von hier aus spezialisierte Hände entwickelt; manche (z. B. Rhesus) und der Mensch jedoch nicht, so daß sich heute gerade die Hände der höchsten Affen, der kletterspezialisierten Menschenaffen (Gorilla, Orang-Utan und Schimpanse) von denen des Menschen zwar nicht im Bauplan, aber in Form, Proposition und spezialisiertem Gebrauch, eben als Kletterhände, erheblich unterscheiden<sup>6</sup>.»

Der Unterschied der Hände liegt in der zentralen Innervation. Die Großhirnrinde des Menschen ist nicht nur relativ und absolut weiterentwickelt und stärker ausgebildet als beim Affen, sondern die der Hand zugeordneten Rindfelder haben eine ausgedehntere und differenziertere Entfaltung genommen. Beim Affen sind die Rindfelder für Fuß und Hand noch gleich groß, beim Menschen sind die Handfelder im Großhirn etwa zehnmal größer als die Fußfelder, und der Daumen der Menschenhand beansprucht so viel wie die vier anderen Finger zusammengenommen. Erst die Evolution des menschlichen Gehirns machte die Hand des Menschen zur jetzigen

Menschenhand. Die Anatomie beweist damit, daß die These Engels' und des Marxismus sich nicht halten läßt: der Gebrauch der Hand habe den Menschen erzeugt und ihn vom Tier zum denkenden Wesen gemacht: «Von frühesten Zeiten an hat sich die Hand des Menschen im Arbeitsprozeß auf vielfältige Bewegungen spezialisiert, haben sich seine physischen und geistigen Fähigkeiten, das Gehirn und die Sinnesorgane entwickelt<sup>6</sup>.» Es ist umgekehrt, wenn wir entwicklungsmäßig sprechen wollen: Das Gehirn hat sich erst entfaltet und die Hand zu dem ausdrucksfähigen Gebilde gemacht, das zu den menschlichsten Körperorganen zählt; sie ist in besonderer Weise dem Geist zugewandt geblieben, so daß wir heute noch von «sprechenden Händen» reden.

Es ist eben schon ein grundsätzlicher Fehler, wenn ich den Menschen nur als ein zoologisches Wesen auffasse und es einordne nach den Merkmalen, so wie ich einen Tiger in seine Ordnung stelle. Man kann den Menschen abstraktiv rein körperlich bestimmen und nach den Bestimmungsmerkmalen und ihrer systematischen Einordnung fragen. Aber oft wird diese Methode benutzt, um gewisse wesensfremde Aussagen zu machen und dabei schließlich festzustellen, daß der Mensch der Klasse der «Primaten» zugehöre. Ternus sagt dazu: «Erst stellt man ein zoologisches Gattungswesen «Mensch» nach morphologischen, anatomischen, physiologischen Gesichtspunkten auf, ordnet es dann auf Grund der Vergleichung ins zoologische System ein, ordnet weiterhin dem Phänotyp dieser Typengruppe spezifische genotypische Anlagen zu, läßt diese Anlagen in ihrer Entwicklung Mutationen unterworfen sein, . . . deutet die embryologische Entwicklung als ontogenetisch = abkürzende Wiederholung einer

hypothetisch angenommenen Stammesentwicklung der Spezies Mensch, und findet sie bestätigt in rudimentären Organen, atavistischen Rückschlägen und in den stammesgeschichtlichen Urkunden der Paläontologie<sup>7</sup>.» Man sieht, wie diese Methode immer stillschweigend das voraussetzt, was sie beweisen soll. Der ganze Mensch müßte gesehen werden und nicht nur ein Teil, der Körper. Trotzdem zeigen uns die paläontologischen Funde, daß auch hier die Lage nicht so einfach ist, wie man es immer sagt.

Die biologische Systematik stellt den Menschen zu den Catarrhinenaffen, den Anthropomorphen, in die Nähe der Pongiden, vor allem in die Nähe des Schimpansen. Der Schimpanse war aber (Proconsulfund Victoriasee in Afrika) vor 20 Millionen Jahren schon zu sehr ausdifferenziert. Er müßte viel primitiver, d. h. unspezialisierter sein, um die Brücke zum Menschen bilden zu können. Die Menschenhand z. B. ist ganz undifferenziert.

Von den Funden soll nur stichwortartig gesprochen werden.

a) Die Südaffen, Australopithecinen (Broom, Dart, Robinson in Südafrika) sind weithin geklärt; sie sind 1 Million bis 600 000 Jahre alt, haben einen aufrechten Gang und eine menschliche Zahnreihe. Die Größe des Gehirns nähert sich der des menschlichen; Werkzeuggebrauch und Feuergebrauch bleiben zweifelhaft.

b) Der Urmensch von Peking und Java, 600 000 bis 480 000 Jahre vor der Jetztzeit, ist echter Mensch. Er besitzt zwar betonte Überaugenwülste, einen vorgeschobenen Kiefer ohne Kinnbildung, aber aufrechten Gang.

c) Neandertalmensch, 100 000 Jahre vor der Jetztzeit, hat noch die Überaugenwülste, jedoch nicht mehr eine so betonte Schnauzenbildung, er hat kein Kinn und ist echter Mensch.

d) Der Aurignac und Cromagno-Mensch lebte 80 000 bis 10 000 Jahre vor der Jetztzeit, nähert sich dem modernen Menschentyp.

Wären diese Formen klar zeitlich und morphologisch geschieden, könnte die Abstammungsreihe überzeugend wirken; aber es existieren Zwischenformen, die diese Abstammungsreihe stören: so der Steinheimermensch und Kanammensch, die älter datiert werden, jedoch in ihrer Form moderner als der Neandertaler sind. Wahrscheinlich sind alle drei Typen b), c), d) Rassenverschiedenheiten und haben gleichzeitig gelebt; so bleibt vieles hypothetisch und ungeklärt.

Neuerdings wird darauf hingewiesen, daß man nicht nur die Schädel und Glieder vergangener Menschen beobachten soll, sondern die physiologischen Unterschiede zwischen lebenden Menschen und lebenden Affen, die einen völlig anderen Bauplan zeigen<sup>8</sup>.

Wir kennen die Kräfte nicht, die die Entwicklung regeln. Der dialektische Materialismus sagt: Der Mensch ist geworden durch Gebrauch des Werkzeuges, die Arbeit hat den Menschen erzeugt. Wir sagen: Gott hat eingegriffen durch eine Großmutation. Alle Funde haben auch Werkzeuge zutage gefördert. Daraus darf man nicht schließen, daß das Werkzeug den Menschen erzeugt hat, sondern weil es Menschen waren, haben sie Werkzeuge gehabt.

Wir wissen heute: das Zwischenglied zwischen Affe und Mensch fehlt noch und «der Vorfahre des Menschen ist der Mensch», wie Herbert Fritsche sagt<sup>9</sup>. Denn der Übergang vom tertiären Affen zum Urmenschen ist nicht geschlossen; die Lücke zwischen dem Menschen und dem Pongiden besteht weiter. Die Ausgliederung der «Affenähnlichen», der Pithecomorphen und der «Menschenähnlichen», der Anthropomorphen aus einem gemeinsamen Wurzelstock ist sehr früh anzusetzen, wahrscheinlich in das Pliozän, in die Zeit vor 5–10 Millionen Jahren vor der Jetztzeit. Darauf weist auch der Oreopithecus hin, den Hürzeler (Basel) gefunden hat.

## 6. Kapitel

# DER BIOLOGISCH MANIPULIERTE MENSCH

## DIE FRAGESTELLUNG

Gibt es eine manipulierte Natur? Selbstverständlich. Im Anorganischen: Jeder Fortschritt der Technik beruht auf der Manipulierbarkeit der Natur. Nicht weil die Naturgesetze außer Kraft gesetzt werden, sondern weil wir sie tiefer erkennen, können wir sie in den Griff bekommen, sie miteinander koppeln und so erstaunliche Wirkungen erzielen. Das Flugzeug ist nicht gegen die Natur gebaut, sondern unter genauer Ausnützung der Naturgesetze, sogar solcher, die erst bei der Konstruktion des Flugzeuges entdeckt worden sind, wie die aerodynamischen Strömungsgesetze (Prandtl und Junkers).

Gibt es dasselbe auch im organischen Bereich? Selbstverständlich. Die Chemie lernt immer besser die Eigenschaften der Moleküle kennen und verwenden. Die Pharmazeuten, unsere Apotheker, können genügend Beispiele nennen, wie die Entdeckung der Sulfonamide 1932 von Domagk in Elberfeld, Nobelpreisträger, oder die Darstellung des Penicillins 1928 von Fleming zeigen.

Gibt es so etwas auch im organismischen Bereich, im Lebensbereich? Selbstverständlich. Jede Pflanzenzüchtung, jede Tierzucht zeigt es. Man pflöpft Birnen auf Apfelbäume; man macht wilde Sorten zu Kultursorten.

Das Problem der Erlaubtheit wurde in den letzten Jahren heftig diskutiert, als man von den Herzverpflanzungen hörte. Schon bei der Erneuerung der Netzhaut oder der Augenlinse von einem soeben verstorbenen Menschen

war die Frage gestellt worden. Blutspenden gehört heute zu einer selbstverständlichen Pflicht, aber dahinter liegt das gleiche Problem. Man denke etwa an die Gehirntrepanation!

All das ist aber bei unserem Thema nicht gemeint. Es ist auch nicht gemeint, daß man dem Einzelmenschen irgendwie zu Hilfe kommt, indem man ihm Kopfschmerzpulver gibt oder eine Frau mit Enovid temporär für Monate oder Jahre sterilisiert. Unser Problem greift tiefer an. Die Frage ist: Kann ich die Erbfaktoren des Menschen beeinflussen, kann ich in das Erbgefüge des Menschen so eingreifen, daß der Mensch als solcher verändert wird? Ist der Mensch *genetisch* manipulierbar?

Die Frage selbst ist seit Jahrzehnten in der Eugenik erörtert worden, wo man sich um einen gesunden Nachwuchs bemüht, wo man versucht, Geisteskrankheiten auszumerzen, indem man gesunde Ehen fördert. Man sucht auch verbrecherische Anlagen dadurch zu isolieren, daß man den Verbrecher sterilisiert. Mit dieser Fragestellung kommen wir also unserem Problem schon näher.

Es geht im Grunde genommen um Eugenik, oder wenn wir ein neues Wort gebrauchen wollen, um Agogenik von agogein – agogé, von Lenkung. Es geht um eine gelenkte Genetik. Dabei bleibt es offen, ob zu guten oder schlechten Zwecken; auf jeden Fall zu Zwecken, die der Menschheit nützlich sein sollen.

Ich erwähne einen der radikalsten Biologen von hohem Ansehen, der weltanschaulich Atheist ist, J.B.S. Haldane (England), der erklärte, der Mensch sei kein guter Astronaut. Das liege in seiner körperlichen Beschaffenheit. Wenn es gelänge, gewisse Züge des Gibbon-Affen durch einen Pfropfprozeß in die menschliche Erbmasse einzu-

bauen (aber auch die der Plattnasenaffen mit ihrem Greifschwanz), ergäbe sich eine bessere Astronautenrasse. Beine sind für den Astronauten überflüssig. Wenn man eines Tages ein Thalidomid (Contergan) entdeckt, das nur das Wachstum der Beine verhindert, könnte man mit seiner Hilfe eine Astronautenbesatzung züchten, die beinlos zum Sternbild Alpha Zentauri fliegt. Siedler auf dem Jupiter sollten wegen der besonders hohen Anziehungskraft auf diesem Planeten kurze Beine besitzen oder vierbeinig gezüchtet werden. In ähnlicher Weise äußern sich andere Biologen und Ingenieure der Genetik, wie man schon sagt<sup>2</sup>.

Man redet vom «Menschen aus der Retorte». Wir haben seinerzeit von dem Arzt Petrucci aus Bologna gehört, von dem berichtet wird, er habe 59 Tage lang ein menschliches Embryo in der Retorte am Leben erhalten können, also einen echten Menschen. Man redet vom Gen-Ingenieur, vom biologischen Ingenieur.

Die Menschen, die so sprechen, gehen davon aus, daß die Menschheit genetisch sich ständig verschlechtert. Dem müsse etwas entgegengesetzt werden. Darum müßten eugenische Maßnahmen ergriffen werden. Wenn solche Maßnahmen gemäß den Regeln einer gesunden Eugenik gezielt vollzogen werden, wie seinerzeit der Biologe Muckermann es vorgeschlagen hat, wird man nicht viel dagegen sagen und einwenden können und dürfen. «Wir alle haben Interesse daran, daß erblicher Schwachsinn, Schizophrenie, Epilepsie, Veitstanz, erbliche Blind- und Taubheit, chondroplastischer Zwergwuchs (eine Knorpelerkrankung), Hämophilie, Muskelschwund, Diabetes aus der Menschheit verschwinden könnten, daß sie auf jeden Fall entscheidend an Zahl herabgesetzt werden könnten<sup>3</sup>.»

Im November 1962 kamen in London namhafte Biologen zu dem sogenannten Ciba-Symposion zusammen. Dieses Ciba-Symposion wird von einer «Ciba-Foundation» finanziert. Das Thema lautete: *Man and his future* — Der Mensch und seine Zukunft. Der Tagungsbericht ist später in Buchform erschienen. An diesem Symposion nahmen 27 Wissenschaftler der westlichen Welt teil, darunter 5 Nobelpreisträger. Es waren dort versammelt Biologen, Ärzte, Soziologen, Mathematiker usw., zum Teil mit hohen wissenschaftlichen Auszeichnungen. Außer einem waren zwar alle gebürtige Angelsachsen, sei es aus Nordamerika, England, Schottland. Erstaunlicherweise war keine einzige Frau unter den Geladenen, obwohl wir bedeutende Biologinnen besitzen. Dies ist um so erstaunlicher, weil es ja um Kindererzeugung und um das Gebären der Kinder ging. Unter den Wissenschaftlern waren auch Katholiken. Ein einziger Kontinental-Europäer aus Straßburg nahm teil.

In aller Freimütigkeit ist dort geredet worden. Es gab Stimmen dafür und dagegen, ein echtes Wissenschaftskolloquium. Man sprach davon, daß jetzt die Zeit gekommen sei, den Eheleuten das Recht zu nehmen, Kinder zu erzeugen. Nur der Staat könne ein solches Recht geben. Es sei dem Staat leicht möglich, ein Antiserum etwa in das Trinkwasser oder in sonstige allgemeine Genußmittel hineinzumischen, so daß alle Frauen steril werden. Man könne dann durch ein Gegenmittel diese Sterilität wirkungslos machen, aber diese Droge dürfe nur unter strengster Kontrolle des Staates ausgegeben werden. So der bekannte Biologe Crick<sup>4</sup>. Es ging dabei nicht etwa um kranke Eltern, die wegen Vererbungsprognosen ausgeschlossen werden sollen, nein, es heißt dort wörtlich: «Ehepaare, die, obwohl keineswegs unternormal, doch

genug Idealismus besitzen, um ihrem Kind die denkbar besten genetischen Aussichten mit auf den Lebensweg zu geben»<sup>5</sup>. Es ging in diesem Vortrag von Prof. Crick um künstliche Befruchtung. Tiefgefrorene Vorratslager von Spermien erwünschter und erbgesunder Erzeuger müßten angelegt werden. «Tiefgefrorene Samenbanken» erstklassiger Väter seien nötig, damit mehr Einsteins und Goethes und Plancks geboren werden.

Man hat beim Lesen des Berichtes den Eindruck, daß die Nobelpreisträger und die übrigen hoch ausgezeichneten Wissenschaftler sich als das kommende Idealbild der Menschheit betrachten.

Natürlich müsse zu dem einzelnen Samensekret eine Karteikarte gehören mit genauen Angaben der Spender, der Familie, der Vorfahren usw. Aber es ging dabei um mehr als um Samenspender; man plant den operativen Eingriff in die Natur. Der Intelligenzquotient spielt dabei eine große Rolle, der operativ erhöht werden müßte. Man war sich klar darüber, daß das nicht so einfach ist, wie es sich früher z. B. Lamarck gedacht hat, der noch annahm, daß Eltern ihre erworbenen Eigenschaften, etwa die Fähigkeit, Hieroglyphen oder Sanskrit zu lesen oder Kurbelwellen zu fräsen, an ihre Kinder als genetische Muster weitergeben können. Man wußte auch, daß die These der Neodarwinisten nicht bewiesen ist: «Guter Same plus gutem Ei führt automatisch zu besseren Kindern». Der Vorgang, so betont das Symposium, ist viel komplizierter und hat ganz neue Methoden nötig<sup>6</sup>.

Es waren also keine primitiven Überlegungen, sondern im Blick auf das, was geleistet werden muß und noch geleistet wird, sind sehr differenzierte Vorstellungen, die im Rahmen einer optimalen Biogenetik entwickelt werden sollten, vorgetragen worden. Wir wissen alle, daß der

Prozeß des Eingreifens in das Erbgefüge unübersehbar komplex ist. Genetische Manipulation beginnt jedoch, wenn man die Keimzellen oder den Zellkern oder Chromosomen oder die Gene bearbeitet. Transplantationen und vor allem die Mutationen der Gene will man in den Griff bekommen, sei es durch Strahlungen oder chemische Einwirkungen. Da der Vorgang aber von einer verwirrenden Komplexität ist und bisher noch keine gelenkte und gewollte Mutation nachgewiesen werden konnte, sucht man zunächst sich ein Bild von den Beeinflussungsmöglichkeiten zu machen, z. B. durch eine direkte Kontrolle der Nucleotidsequenzen in den Aminosäuren, durch Umstellungen in den menschlichen Chromosomen, durch Transplantationen ganzer Gewebefelder und Genomkombinationen, durch Kontrolle der Ei- und Samenzellen des Menschen. Diese sollen vor der Befruchtung mikroskopisch untersucht und geprüft werden, um auf «Samenbanken» als Vorrat zu dienen. Man denkt an Gehirnvergrößerungen, nicht so sehr räumlich, als durch Vergrößerungen der Zahl der Gehirnzellen. Bei der Geburt hat der normale Mensch  $10^{10}$  Gehirnzellen<sup>7</sup>. Diese Zahl verändert sich während des Lebens fast nicht. Der Biologe Calvin schlug vor zu versuchen, aus  $10^{10}$  Gehirnzellen  $10^{11}$  Gehirnzellen zu gewinnen, d. h. sie um das Zehnfache zu vermehren und sie zugleich intensiver zu falten. Je komplizierter die Faltungen innerhalb des Gehirns sind, um so intensiver scheint das Denkvermögen zu sein.

Was sagen wir dazu? Man kann sehr leicht von christlicher Seite her polemisieren und sich als Schützer der unantastbaren Menschenwürde und Personenwürde bezeichnen. Das ist eine sehr wichtige, notwendige Aufgabe, der wir uns nicht versagen dürfen.

Ich möchte im Bereich des Biologischen bleiben und von dorthin auf die Schwierigkeiten und Ungereimtheiten dieser Vorschläge hinweisen. Auf dem Londoner Ciba-Symposium gab es, wie ich schon sagte, nicht nur freudige Zustimmung. Es hat ernste Bedenken und Widerspruch gegeben, und zwar von der Wissenschaft her. Diese Einwände sollten nicht gering angeschlagen werden. Darum jetzt einiges zum thematischen Anliegen und seiner Problematik.

## WIE FUNKTIONIERT DAS LEBEN?

Die kleinstmögliche Lebenseinheit ist die Zelle, die in sich eine reiche Struktur hat. Zunächst unterscheiden wir den Zellkern und den Zelleib oder das Zellplasma. Der Zelleib enthält verschiedene Apparaturen: Die Mitochondrien, die als Bläschen und zarte Stäbchen erkennbar sind. Daneben sind die Granulakörnchen, Ribosomen genannt. Hinzu kommen die Mikrosomen, die bedeutende Mengen der RNS, der Ribonucleinsäure, speichern; dazu gehört der Golgi-Apparat, der die in der Zelle hergestellten Eiweiße, Fette und Hormone kondensiert speichert. Die eben genannten Mitochondrien sind die Kraftwerke der Zelle und damit die Energiespender. Sie liefern kleine, handliche Energie-Einheiten, die durch Transportfahrzeuge, sei es zum Bau von neuen Kraftwerken, sei es zum Aufbau neuer Zellen, zu den Ribosomen gebracht werden, in denen die Eiweiße zusammengebaut werden. Die Verknüpfung von Struktur und Funktion bei diesen Eiweißapparaturen lehrt noch etwas anderes: Die Eiweiß-Makromoleküle haben eine bestimmte Reihenfolge der Nucleotiden, eine festgelegte Sequenz in der Anordnung der Bauelemente. Die Art dieser Sequenz gibt neue Möglichkeiten für verschiedene Wirkungen. So wirkt die Struktur, die Anordnung dieser Strukturen und ihre Reihenfolge wesentlich auf das Ganze ein. Daraus resultiert die Mannigfaltigkeit und der Reichtum des Lebens<sup>8</sup>.

Die Mikrosomen sind Träger von wenigstens 13 verschiedenen Aminosäuren, die für das Leben und den Aufbau des Eiweißes entscheidend sind. Sie speichern außerdem bedeutende Mengen von RNS.

Die Ribosomen sind die Fabriken, die die Eiweiße aufbauen.

Der Dirigent für all diese Vorgänge aber, vor allem der Erzeuger der DNS, der Desoxyribonucleinsäure, die für das Vererbungsgeschehen entscheidend ist, und der Erzeuger der RNS ist der *Zellkern* selbst. In diesem Zellkern finden sich die Kernschleifen oder Chromosomen mit den Molekülketten der DNS.

Diese DNS bildet einen Strang, der sich spiralisch windet und als Doppelwendel sich repräsentiert. Der Doppelstrang der DNS setzt sich aus Nucleotiden zusammen, die bald überall den gleichen Aufbau haben mit geringen Unterschieden. Alle haben als Molekülanteile Zucker, Phosphorsäure und dann die für das Leben entscheidenden 4 basischen Moleküle (Adenin = A, Guanin = G, Thymin = T, Cytosin = C). Diese Molekülketten der DNS zählen Tausende Atome. Kautschuk z. B. hat bis zu 24 000 Atome. Bei der Überführung des Glykogens in Triacetat wirken 15 000 Hydroxyl = OH-Gruppen mit. Dazu kommen die Enzyme und Fermente, die den Ablauf regulieren.

Glykogen ist ein Stärkederivat gemäß der Stärkeformel  $(C_6H_{10}O_5)_x$  mal x. Es findet sich beim Menschen und beim Tier in der Leber und stellt bei Überschuß von Kohlehydraten die Reserve dar für Zeiten der Arbeit und des Hungers<sup>9</sup>. Triacetat ist ein besonderes Salz der Essigsäure =  $(CH_3COOH)$ .

Im menschlichen Körper sind wahrscheinlich 700 Enzyme, die besonders strukturierte DNS darstellen, und von

diesen sind allein 300 in der Leber. Um den Enzymgehalt der Leber zu verstehen, reichen unsere Kenntnisse bis heute nicht aus<sup>10</sup>.

Zur Klarstellung der Begriffe: Aminosäuren sind Bausteine des Eiweißes, der Polypeptide und der Proteine. Sie haben die Grundformel  $NH_2 \cdot$  Carboxylgruppe =  $COOH$ . Die Nucleinsäuren haben alle die Form von Zucker plus Phosphorsäure plus Stickstoffbase; sie begegnen uns in der Form der DNS und der RNS, wie wir oben gesehen haben.

Früher glaubte man, daß die Proteine (Eiweißkörper) in den Genen die Erbsubstanz darstellen; heute wissen wir, daß es die Nucleinsäuren der Gene sind.

## DER VERERBUNGSVORGANG

Von besonderem Interesse sind gewiß die Untersuchungen der Genetiker und Bakteriologen über die Art, wie der Organismus seine Anlagen weitergibt. Die Frage ist die, wie es kommt, daß zwar Gene ausgetauscht werden, aber nachher – vielleicht nach Jahren – sich dieses oder jenes Merkmal erst offenbart. Die Farbe einer Blüte zum Beispiel wird nicht vererbt, als ob die befruchtete Eizelle die Farbe schon aufweist. Die Eizelle besitzt nur eine Information, welche später in der entsprechenden Wachstumsphase wirksam wird und die Farbe als Erbmerkmal herbeiführt.

Vererbung ist also, so sagen die Genetiker, Informationsübermittlung! Wie nimmt das Erbmaterial diese Information auf, wie wird der Erbbefehl molekular übersetzt, verschlüsselt und gespeichert?

Heute wissen wir, daß die stofflichen, molekularen Übersetzer der genetischen Mitteilung die Desoxyribonucleinsäure ist. Adenin = A, Guanin = G, Thymin = T, Cytosin = C sind die Basen, in denen sie variiert und mit denen sie vier verschiedene Typen von Nucleotiden bildet. Damit werden Schriftzeichen gleichsam von der Natur zur Übersetzung der Gen-Information dargeboten; die Morseschrift kennt nur drei Zeichen: Punkt, Strich, Zwischenraum; unser Alphabet hat 24 Zeichen, die Gen-Informationen benutzen 4 Zeichen, die genannten vier Stickstoffbasen.

Die Code-Schrift ist offenbar «weitgehend, wenn auch vielleicht nicht vollständig» universal, d. h. allen Lebewesen gemeinsam<sup>11</sup>.

Daraus, daß im DNS-Fadenmolekül diese durch die vier Basen unterschiedenen Nucleotid-Typen aufeinanderfolgen und verkettet sind, ergibt sich eine unverwechselbare Information eindeutigen Inhalts. Diese Anordnung schließt vor allem in der Zelle die Synthetisierung eines Enzyms ein, das von der genetisch wirksamen DNS veranlaßt wird. Die DNS wirkt auf eine Matrize = m-RNS (d. h. messenger-RNS = Boten-RNS), die so ein negatives Abbild erhält, das als Bildstock wiederum einen positiven Abzug an einem anderen Ort erzeugen kann. Sie gibt ihre Information weiter durch einen Molekularabdruckprozeß. Wenn hier ein «Druckfehler» geschieht, etwa durch den Austausch eines Nucleotids gegen ein anderes, kann ein sinnvolles oder ein sinnloses Ergebnis herbeigeführt werden, wie wir es beim Druckvorgang ja auch kennen: Rast – Rest – Rüst. Die zweite Variante ist sinnvoll, die dritte sinnlos; eine sinnvolle Variante kann trotzdem im Satzzusammenhang sinnlos werden. Solche Druckfehler können z. B. durch Bestrahlung geschehen, wenn ein Teil einer Stickstoffbase durch zu harte Wellen herausgeschlagen wird. Es können auch sonst irgendwelche, bis jetzt noch nicht kontrollierbare Vorgänge am Werk sein. Das Haustier der Vererbungsforscher, die Fruchtfliege *Drosophila*, hat uns bei tausendfachen Experimenten die entscheidendsten Erkenntnisse vermittelt. Diese Mutationen sind *unberechenbar*, und wir nennen sie daher *zufällig*.

Daß der Zufall nicht genügt, um die Höherentwicklung zu erklären, bestätigt die mathematische Analyse. Nehmen wir das hochempfindliche Organ des Wirbeltierauges,

das zudem noch auf das Gehirn des Tieres einwirkt. Kann die Wahrscheinlichkeit für diesen zentrierten optischen Apparat (ohne die Muskeln und andere Hilfsapparate zu berücksichtigen) in bezug auf seine Entstehung aus summierten Zufallsmutanten angegeben werden? Bleuler hat die mühselige Rechnung vorgenommen und vorsichtigerweise immer wieder Abstriche und Vereinfachungen zugunsten des Antizufalls angebracht. Das Ergebnis ist: Die Wahrscheinlichkeit beträgt  $1 : 10^{40}$ , das ist eine Zahl mit vierzig Nullen.

Die Wahrscheinlichkeit, mit einem wahllosen Griff aus der gesamten Sahara ein bestimmtes Sandkorn herauszuholen, beträgt rechnerisch  $1 : 10^{24}$ . Die Wahrscheinlichkeit für das Wirbeltierauge ist also  $10^{16}$ mal geringer, d. h. 10 000 Billionen mal geringer. Also gleich null.

Abgesehen aber von der Zufallshypothese birgt der Vorgang in sich selbst noch ungeheure Komplikationen, die hier nur angedeutet werden können. Der Abdruck der DNS als Befehl muß ja überbracht werden, dazu dient die m-RNS. Der Träger der Botschaft ist wieder eine RNS, nämlich die transfer-RNS = t-RNS.

Nun besteht aber ein Molekül einer (1965) entzifferten t-RNS allein aus etwa dreitausend Atomen und ist gleichwohl nur imstande, eine einzige von zwanzig Aminosäuren zu den Ribosomen, die das Eiweiß aufbauen, zu bringen<sup>12</sup>. Eine m-RNS und die DNS sind aber noch wesentlich komplizierter gebaut; zum Großteil entzieht sich ihre Struktur noch unserer Kenntnis. Nun stelle man sich vor: Ein Molekül aus dreitausend Atomen bringt eine Aminosäure zu den Ribosomen; zwanzig dieser Aminosäuren sind als Bausteine der Eiweiße nötig und werden in Tausenderketten nach Plan der DNS, überbracht von

der m-RNS, zusammengebaut. Nach dieser ungeheuren strukturellen Leistung ist der Erfolg darin zu sehen, daß jetzt ein einziges neues Eiweißmolekül existiert. Seine Eigenschaften und Fähigkeiten sind von der Sequenz der Aminosäuren abhängig, können aber nur wirksam werden, wenn dieses Molekül in bestimmter Weise gedreht, spiralisiert und im Raum ausgerichtet wird. So erst wird es dem Ganzen dienlich, ein einziges Molekül unter den Milliarden Molekülen einer Zelle in einem Zellverband, der bei großen Organismen wieder Milliarden Einzelzellen zählt.

Die einfachsten Phagen wie  $\varphi \chi 174$  von *Escheria coli* haben ein DNS-Molekül mit 5 500 Nucleotiden<sup>13</sup>. Phagen sind Viren, d. h. Giftstoffe. Sie sind kein rein anorganisches Gift, obwohl sie sich selbst nicht vermehren können, sie haben funktionelle Strukturen (Information tragende DNS und eine enzymatisch wirkende Hülle). Es ist ein biologisches Fragment wie ein herausgeschnittenes Herz, ein isoliertes Zellorganell oder einzelne Enzyme<sup>14</sup>.

Von anderen Phagen weiß man, daß ihr DNS-Faden aus etwa 200 000 Nucleotidenpaaren zusammengesetzt ist; für Bakterien schätzt man etwa  $5 \times 10^6$ , für den Menschen etwa  $3,5 \times 10^9$  Nucleotidenpaare. Die Schätzungen der einzelnen Autoren gehen auseinander, aber für das Folgende kommt es darauf nicht an. Entscheidend wichtig für den genetischen Inhalt ist die richtige Reihenfolge der Nucleotidenpaare, sowie die Reihenfolge der Buchstaben für den Sinn des Gedruckten.

Nimmt man eine Buchseite zu 2000 Buchstaben an, so würden die Phagen durch 100 Seiten, ein Bakterium durch einen Band von 2500 Seiten und ein Mensch durch 1700 Bände zu je 1000 Seiten beschrieben werden.

Nun wird es eines Tages sicher gelingen, die Buchstabenfolge der genetischen Schrift eines Phagen zu bestimmen; von dort bis zur Entzifferung des genetischen Code des Menschen ist aber ein weiter Weg, zumal der genetische Code bei den Tieren und Pflanzen nicht in so einfacher Schrift geschrieben ist wie bei den Bakterien und Phagen. Hierin liegt auch gar nicht das Problem. Das Ziel ist ja, in den 1700 Bänden zu je 1000 Seiten die Beschreibung so zu ändern, daß dabei etwas anderes und noch dazu etwas «Vernünftiges», wenn nicht «Vernünftigeres», herauskommt.

## DAS STEUERUNGSSYSTEM DER ZELLE

Es ist in der Tat nicht mehr vorstellbar, wie ein vielzelliger Körper chemisch organisiert ist. Man kann sich nur mit Simplifizierungen helfen: Eine isolierte Keimzelle wird befruchtet, vereint das eigene Informationsmaterial mit dem der befruchtenden Zelle und beginnt damit die ontogenetische Entwicklung eines Organismus. Sie teilt sich und vererbt durch Reduplikation der DNS **buchstabengetreu ihr genetisches Material an die Tochterzelle**, die es wiederum weitergibt. Erst reduplizieren sich die Kernschleifen, dann teilen sich Kern und Zelle, jede neu entstandene Zelle enthält ein Faksimile des ursprünglichen Kerns. Das potentielle Erbgut bleibt also immer gleich; aber es muß eine Differenzierung der Zellen einsetzen; Augen, Gehirn, Gliedmaßen und neue Keimzellen müssen gebildet werden. Zu diesem Zweck wird nun nach einem endogenen Plan nicht die gesamte Information der Chromosomen auf einmal weitergegeben, sondern je nach Entwicklungszustand des Körpers *wird immer nur ein Teil der Gene aktiviert*. Enzyme werden gebildet, das sind Eiweißkörper mit steuernder, katalysierender Funktion; sie regen Synthesen an und neue Genebefehle. Denn der Zellkern erfährt über *Rückkopplung* (durch chemische «Spione», die ihm von der Durchführung seiner Befehle Bescheid geben) vom Zustand seiner Zelle und des gesamten Körpers; neue Gene werden aktiviert und gestalten über m-RNS, t-RNS und Synthese

in den Ribosomen neue Zustände. Neue Enzyme bilden sich, die die überflüssigen Kernboten und Lastträger, die überflüssigen Fette, Zucker, Eiweiße zerstören und deren Bestandteile für neue Verwendung freimachen. Eine unfaßbare Zahl chemischer Reaktionen läuft zu gleicher Zeit in einem Volumen lebender Substanz ab, das für das freie Auge noch nicht sichtbar ist.

Hinzu kommt das Steuerungssystem des Zellkerns. In allen Organismen und auch in der Zelle liegen Strukturen vor, in denen *geordnete* Vorgänge ablaufen. Es ist nun eines der Hauptprobleme der modernen Biologie, zu erklären, auf welche Weise diese Ordnung zustande kommt<sup>15</sup>. Um wenigstens eine Vorstellung von den verschiedensten, in den Organismen vorhandenen ordnungstiftenden Vorgängen zu gewinnen, wollen wir das Steuerungssystem des Zellkernes etwas näher betrachten. Die genetische Information geht vom Zellkern aus und wird an die früher erwähnten Eiweißfabriken der Zellen, die Mitochondrien, in Form verschlüsselter Telegramme geschickt. Das verschlüsselte Telegramm ist ein kompliziert gebautes, langes, kettenförmig konstruiertes Makromolekül, die m-RNS, wie wir gesehen haben. In diesem ist mit Hilfe von 4 Buchstaben, den Stickstoffbasen, also durch 4 chemisch definierte, in dem Makromolekül angeordnete Substanzen, ein Text, eine Information, enthalten. Der Text für die Information kommt dadurch zustande, daß jeweils 3 der 4 genannten Buchstaben zu einem Codewort zusammengesetzt sind. Insgesamt sind 64 verschiedene Codewörter möglich. Viele solche aus 3 Buchstaben bestehende Codewörter (z. B. 100) sind auf unserem Telegramm hintereinander aufgereiht, so ähnlich wie ein Lochstreifen der Elektronik. Die Anordnung der Codewörter dieses Telegramms wird von dem Kern

der Zelle als Steuerungszentrum festgelegt. Auf schon recht gut bekannte, offenbar bei allen Organismen gleiche Weise benachrichtigt dieses Telegramm die Eiweißfabriken, in welcher Reihenfolge die Bausteine für die Eiweißbildung hintereinander angeordnet werden sollen. Die entstehenden Eiweiße dienen als Eiweißapparate, als Enzyme zur Durchführung bestimmter Stoffwechselabläufe. Nach gewisser Zeit kommen vom Zellkern Telegramme mit anderen Codewörtern, einer anderen Information also, und es werden nunmehr *andere* Eiweiße in den Eiweißfabriken hergestellt. Selbstverständlich muß der Zellkern selbst einen Informationsvorrat, gleichsam eine Informationsbibliothek, besitzen. Sie liegt in Form der Gene, der Erbsubstanz der Zelle, im Kern vor und besteht aus ähnlichen Makromolekülen, wie sie die genannten Telegramme aufbauen. Die Telegramme sind in durchaus wörtlich zu nehmendem Sinn ein Abdruck von Texten der Informationsbibliothek.

Diese Bibliothek wird von einer Zelle zur anderen durch Kernteilung, also durch Abdruck der Bibliothek, übertragen und im Rahmen der Vererbungsgesetze von einer Generation zur anderen weitergegeben. Die Bibliothek enthält alle Informationen über das, was aus der befruchteten Eizelle bis zum fertigen Organismus einschließlich aller Organe gebildet werden kann. Auch enthält sie wohl Vorschriften über den Ablauf des Stoffwechsels sowie Angaben über den Abruf von Informationen, von denen wir soeben gesprochen haben.

Wie dieser komplizierte Ablauf des Lebens funktionieren soll, ist bis jetzt noch nicht geklärt. Immer wieder werden neue Versuche unternommen. Der neueste Versuch ist, daß man erklärt, weil der Zufall ausgeschlossen ist, daß

ein Bauplan weitergegeben wird, der wie ein Engramm in die DNS eingegraben ist. Die Speicherung jedoch aller kommenden Vorgänge ist uns heute zu erklären noch nicht möglich. Dieser Bauplan verwirklicht sich immer wieder aufs neue, indem er unbelebte Atome und Moleküle mit Leben und Ordnung überformt. Dieser Plan ist nicht starr, sondern voller Zielstrebigkeit und zu Anpassungen befähigt. Dieser in sich zu Veränderung neigende Bauplan ist das eigentlich Überdauernde im Fluß der Materie<sup>16</sup>.

Früher wurde alle Zielstrebigkeit abgelehnt. Es gab nur den Zufall, die reine Mechanik, die strenge Determinierung; jetzt spricht man vom Bauplan und führt eine «teleonome» Betrachtungsweise in die Biologie ein. Dazu sagt Prof. Simonis (Würzburg) in seiner Ablehnung der Metaphysik: «Ausdrücklich sei hervorgehoben, daß diese Betrachtungsweise (nämlich die teleonome) eine legitime Aufgabe der Biologie darstellt und grundsätzlich von dem im metaphysischen Sinne verwendeten Begriff der Teleologie, der Zielstrebigkeit, abzugrenzen ist<sup>17</sup>.»

## DER EINGRIFF IN DAS GENETISCHE GEFÜGE

Nachdem wir Kompliziertheit und Differenziertheit der Vorgänge darzustellen versucht haben, fragen wir uns nach der Möglichkeit eines sinnvollen Eingriffes:

### 1. Der experimentelle Eingriff

Daß der experimentelle Eingriff in diesen Bereich des Lebens, d. h. in das Vererbungsgeschehen, schwierig und gefährlich ist, versteht sich von selbst. Der kleinste Irrtum bei der Verdopplung der DNS im Kern während des Matrizenabdruckes oder bei der Weitergabe durch die transfer-RNS hat schwerwiegendste Folgen. Ein einziges falsch angeordnetes Gen kann Schwachsinn mit sich bringen. Wir wissen heute einigermaßen, wo der Genfehler lokalisiert ist, der den Mongolismus erzeugt. Bei Mongoloiden ist ein Chromosom zuviel da, weil das 21. Paar dreifach statt zweifach vorhanden ist<sup>18</sup>. Wenn ein Chromosom verstümmelt ist oder von uns verstümmelt wird, wenn es sich verdreifacht, kann Krankheit und Tod daraus hervorgehen. Krebs und Schizophrenie können Folgen von Kopierfehlern in den Zellen sein. Bedenken wir dabei, daß die Körperzellen des Menschen  $\frac{1}{4000}$  mm Größe haben; die Leberzelle ist jedoch noch kleiner. 100 000 solcher Leberzellen passen in einen Stecknadelkopf hinein. Wie will man hier verantwortlich experimen-

tieren? Mikrogenetik genügt nicht, sondern Nanogenetik (Nano =  $10^{-9}$ ) ist nötig! Vergessen wir nicht, daß unsere Kenntnisse und Experimente auf diesem Gebiet an den großen Chromosomensätzen der Taufliege *Drosophila melanogaster* gemacht worden sind. Auf Spontanmutationen, die positive Wirkungen haben, zu warten, ist sinnlos. Ich sage nicht, daß solche Eingriffe positiver Art grundsätzlich unmöglich sind. Aber auf die Schwierigkeit der Situation hinzuweisen, erscheint nötig. Man sucht heute an die Lösung der Fragen heranzukommen durch Großeingriffe, etwa durch *Austausch des ganzen Zellkerns* usw.

## 2. Mutagene Einwirkungen durch Agenzien

Man spricht heute gern von mutagenen Einwirkungen, über die wir verfügen: ionisierende Strahlen, Alkaloide, Peroxide, Nitrite und viele andere Agenzien. Wir glauben zu wissen, daß diese Agenzien direkt auf die Basensequenz der entscheidenden DNS einwirkt. Dr. Burian sagt neuerdings mit großer Besorgnis zu dieser Methode: «Nur ist diese Methodik in ähnlicher Weise wirksam wie ein Vorschlaghammer, den man zur Reparatur eines komplizierten Chronometers heranzieht.»

Unsere Kenntnisse über die Wirkweisen der DNS stammen übrigens vor allem von Experimenten her, die an Viren und Bakterien ausgeführt worden sind. Die einen stehen noch unterhalb einer zellulären Gliederung, die anderen besitzen eine DNS-Instruktionsstruktur, die einfacher gebaut ist als in einem typischen Zellkern<sup>19</sup>.

Diesem Ziel steht eine Tatsache entgegen, die bei nahezu allen Diskussionen über die Möglichkeit einer ge-

zielten Änderung der Erbstrukturen außer acht gelassen wird: Alle *bisher* im Laboratorium, sei es *in vivo*, sei es *in vitro* erzielten Erbänderungen bei Phagen, Bakterien oder höheren Organismen sind *statistischer, zufälliger Natur, und zwar offenbar ihrem Wesen nach*. Man kann heute mit raffinierten Methoden Erbeigenschaften von einem Bakterium auf ein anderes übertragen. So kann man z. B. die genetische Substanz (DNS) von abgetöteten, gegen Antibiotika resistenten Pneumokokken einem Pneumokokkenstamm zusetzen, der nicht resistent gegen Antibiotika ist. Einige Bakterien nehmen die DNS der abgetöteten Bakterien auf und werden resistent. «Einige» heißt: eines oder zwei von etwa *einer Million*, die das nicht tun. Man isoliert die resistent gewordenen, indem man ein Antibiotikum dem Bakterienrasen zusetzt.

Um also die neuen Formen zu erhalten, muß man von einer Million Bakterien *alle* bis auf eines oder einige wenige opfern. Welche zwei oder drei Bakterien von der Million es schaffen, resistent zu werden, ist dem «zufälligen Spiel chemischer Kräfte» anheimgestellt. Es gibt keinerlei Hinweis, daß sich die Gene anderer Organismen anders verhalten. Im Gegenteil: Alles spricht dafür, daß jede einzelne – beabsichtigte oder unbeabsichtigte, geplante oder nicht *geplante* – genetische *Änderung teuer erkaufte werden muß*, nämlich mit der Ausmerzung – oder, was fast ebenso schlimm ist, mit dem Fortbestand – von einigen 100 000 Individuen, bei denen die Änderung nicht zum Erfolg oder sogar zum genetischen Schaden bis zur *Lebensunfähigkeit führt*. Hier bietet sich noch keine gültige Lösung an<sup>20</sup>.

### *3. Der Eingriff baut auf Extrapolationen auf und nicht auf eindeutigen Direkt-Erkenntnissen*

Man hat sicherlich Gründe, die Untersuchungen an Bakterien auf Tiere höher organisierter Zellen zu übertragen. Hier aber extrapoliert man auf den Menschen hin; man darf nicht vergessen, daß dies ein Sprung ins Dunkle ist. Vielleicht gelingt es uns später einmal, positiv eingreifen zu können, aber zunächst sind es Wunschträume, denn die genetischen Mechanismen, die sich auf Intelligenz und Persönlichkeit beziehen, sind bis jetzt kaum erforscht. Man nimmt an, daß hier Wechselwirkungen von vielen Genen, vielleicht des gesamten Systems als einer komplexen Einheit, ins Spiel kommen<sup>21</sup>.

### *4. Regenerationskraft des Lebens macht das Risiko des Eingriffs deutlich*

Alle diese Bemühungen können sogar an der unverwundlichen Gesundheit der Natur scheitern. Was wissen wir von der Regenerationskraft des Lebens? Welches Erstauen hat der Bericht von Prof. Willians über das Südseeatoll hervorgerufen, wo die ersten Atombomben erprobt worden sind<sup>22</sup>. Prof. Willians, Histologe für Strahlkunde an der Universität Washington, hat in seinem Report, der lange geheimgehalten worden ist, darauf hingewiesen. Man hatte bisher geglaubt, daß auf diesem Atoll nur ödes, verseuchtes Gestein zu finden sei ohne jedes Lebewesen. Das Gegenteil ist der Fall. Mit Buschmessern mußte man sich den Weg frei machen, was vorher nicht nötig war. Meerschwalben nisten in den Kratern, und in den Wassern der Bombenkrater leben Fische

ohne körperliche Schäden. Riesenmuscheln wurden an Bord gehievt, in deren Nieren die Konzentration von Kobalt 60 so stark war, daß das Zählrohr 30 000mal in der Minute ausschlug. Dennoch lebten diese Riesenmuscheln mit normalen Lebensäußerungen. Die Vegetation scheint heute durch die Spurenelemente und den radioaktiven Fallout kaum noch gefährdet zu sein.

Was wissen wir also von der Einwirkung der Strahlen und chemischen Drogen auf die Keimzellen? Vielleicht schädigen wir durch die genetischen Experimente zunächst das konkrete Leben. Der einzelne Mensch wird schwer zu leiden haben, aber wahrscheinlich nutzlos; denn alles scheint sich sehr schnell zu regenerieren, und die mühsam errungenen genetischen Erfolge verschwinden wieder. Was bedeutet es, wenn schon nach 10 Jahren in der Südsee ein Beweis für die Lebenskraft sich uns so präsentiert! Übrigens ist Anfang August 1968 das Atoll für die Besiedlung freigegeben worden.

Wie sehr hat der Mensch mit seinem Leben und seiner Gesundheit über die Jahrhunderte hin gewütelte, und mit Staunen müssen wir feststellen, daß die Entwicklung des Lebens, auch außerhalb etwa der menschlichen Rasse, über Jahr-Millionen dahingeht, dauernde Änderungen kennt, aber merkwürdig gesund, Leben erhaltend und praktisch ist. Das Zeichen des Lebens ist es ja, daß es sich immer höher entwickelt, wie wir im Lebensbaum dieser Erde erkennen können, und dieser Lebensbaum ist in keiner Weise ins Krankhafte abgeglitten.

Auf der Tagung in London haben namhafte Biologen die Grundthesen eines Julian Huxley, Hermann Muller, J. B. S. Haldane und Lederberg abgelehnt. Jacob Bronowski und John Brock haben die Grundthese der oben Genannten, daß die Menschheit genetisch sich ständig verschlech-

tere, in Zweifel gezogen, weil sie die Beweise dafür vermissen. Sie konnten auf das Gegenteil in der Natur hinweisen. Der Kybernetiker Donald Mac Kay sagte in diesem Zusammenhang das schöne Wort: «Man kann nicht nach einer Orientierungsmarke segeln, die man an den Bug des eigenen Schiffes genagelt hat<sup>23</sup>.»

##### 5. Ausmerzung der Kranken führt zur keimfreien Welt, die ihre Gefahren hat

Der Mikrobiologe Hilary Koprowski machte Einwände gegen eine keimfreie Welt. Das würde eine radikale Zerstörung des Gleichgewichtes zwischen Krankheitserregern und Wirt bedeuten und damit die Abwehrkräfte des Menschen so schwächen, daß selbst ein geringer Defekt das labile System zusammenbrechen ließe<sup>24</sup>.

Ein gutes Beispiel hat der Biologe Medawar auf dem Symposion vorgetragen. Es gibt eine angeborene Form der Resistenz gegen die gefährliche Art der Malaria, die *Malaria tertiana*. Wir alle kennen die für die Nachkommenschaft tödliche Krankheit der Sichelzellen-Anämie. Die Kinder sterben sehr bald an dieser Blutkrankheit. Die Mutter selbst merkt nichts von dieser Erkrankung ihres Hämoglobins. Aber das Erstaunliche ist, daß in den Gegenden, die von Malaria stark heimgesucht sind, die Leute mit dem Sichelzellenmerkmal die tauglichsten sind. Hier scheint eine Krankheit die andere irgendwie einzuschränken. Fortschritte in Medizin und Hygiene helfen also, und Erbkrankheiten lösen nach diesem Beispiel eine genetische Entartung der Menschheit *nicht* notwendig aus. Der Entartung kann *anders* als durch Genmanipulation entgegengewirkt werden<sup>25</sup>.

Wie lebenskräftig die schlichteste Natur ist, sei noch an einem ganz allgemein geläufigen Beispiel gezeigt: Eine Pflanze hat das Unglück, unter einem Stein aus dem Samen zu keimen. Sie will ihrem Gefängnis entkommen, denn sie muß ans Licht. Von dorthier bezieht sie in der Photosynthese ihre Energie und ihre Kraft. Was tut sie? Zunächst schaltet der kleine Keim um und veratmet die Kohlehydrate, die im Samen vorhanden sind; sie lebt also vom Zucker. Jetzt schaltet das Bauplanmuster wieder um und statt Enzymzucker veratmet sie die Fette; wenn diese veratmet sind, kommen die Proteine dran. Das ist aber gefährlich, weil die Proteine Stickstoff enthalten, der leicht das giftige Ammoniak =  $\text{NH}_3$  erzeugt. Die kleine Pflanze muß also zusätzlich einen Entgiftungsmechanismus aufbauen. Inzwischen aber streckt sie sich und wächst immer näher zum Licht. Erst wenn sie ans Licht kommt, schaltet sie mühelos alles wieder um und kompensiert die Defekte. Welche Informationsfähigkeit, welche Speicherung und Verwertung mit Rückkoppelungen ist nötig, damit ein solch einfacher Vorgang zum guten Ende führt! Wie sinnvoll ist alles gesteuert! Wir kennen den Bauplan jedoch nicht. Wie wollen wir den Bauplan sinnvoll ändern, damit eine genetisch sich verschlechternde Menschheit gesunde und sich höher entwickle<sup>26</sup>?

## SOZIOGRAPHISCHE BEMERKUNGEN

### 1. Überbevölkerung

Abschließend wollen wir noch eine Gruppe von Einwänden aufnehmen, die im strengen Sinne nicht genetisch genannt werden können, sondern soziographisch und soziologisch sind.

Neben der Sorge um die Verschlechterung des genetischen Lebensfundus bedrückt die Biologen vor allem die Aussage der Bevölkerungsstatistiker, die uns bis zum Jahre 2000 einen Zuwachs der Erdbevölkerung auf 6 Milliarden Menschen vorrechnen. Diese Zahl, so heißt es weiter, wird sich dann alle 37 Jahre verdoppeln, falls der biologische Trend so weitergeht.

Diesem Warnruf einer Bevölkerungsexplosion haben jedoch andere Biologen ein sehr differenziertes Modell gegenübergestellt, das regulativ automatisch eingreifen wird<sup>27</sup>. Sie weisen darauf hin, daß es eine genetische Regel zu sein scheint, nicht nur bei den Menschen, sondern auch bei allen Tier- oder Pflanzenpopulationen, daß bei besserer Ernährungslage und besseren Umweltverhältnissen die Sterberate *und* die Geburtsrate sich senkt und es so zu einer Ausnivellierung kommt mit einer nur geringen, aber stabilen Bevölkerungszuwachsrates<sup>28</sup>. Das gleiche gilt auch für die höhere Zivilisation und Kulturentwicklung der Menschen.

Die Ernährungslage ist nicht so beängstigend, wie sie dargestellt wird. Bei der äußersten Intensivierung der

jetzt bebauten Landflächen und bei den bis jetzt üblichen Methoden in der Produktion der Konsumgüter ist die Welt in der Lage, nicht 6 Milliarden Menschen, sondern 45 Milliarden Menschen zu ernähren<sup>29</sup>. 45 Milliarden scheint die höchste Zahl für die Ernährung des Menschen zu sein, wenn man annimmt, daß für jeden Menschen 1800 m<sup>2</sup> fruchtbares Land benötigt wird<sup>30</sup>. Die Erdoberfläche ist ungefähr 5,1 Millionen km<sup>2</sup> groß. Landgebiet ist 28 % der Oberfläche = 1,48 Millionen km<sup>2</sup> = 148 Billionen m<sup>2</sup>. Wenn für eine Person 1800 m<sup>2</sup> benötigt werden für Ernährung und Bekleidung, dann brauchen 45 Milliarden Menschen 81 Billionen m<sup>2</sup> = 55 % der Landoberfläche, die tatsächlich bebaubar ist. Das gleiche Ergebnis ist auch zu erreichen, wenn bei einer mittelmäßigen Intensivierung noch ungenützter Landflächen die Produktion vermehrt wird. So betont ausdrücklich Colin Clark.

Diese Bevölkerungszahl aber ist nicht in 32 Jahren zu erwarten, sondern erst in 150 Jahren. Wenn die Ausnivellierung zwischen Sterben und Geburten einsetzt, wird diese Zahl wahrscheinlich niemals erreicht<sup>31</sup>. Bei diesen Überlegungen der Ernährung ist nur von der Bodenkultur die Rede, nicht aber ist der Ernährungsraum des Meeres mit seinem Plankton berücksichtigt. Die dort vorhandenen Eiweißreserven sind außerordentlich hoch.

### 2. Erziehung

Man muß auch darauf hinweisen, daß *erzieherische* Aufgaben großen Stils in vielen Ländern geleistet werden müssen, um auf natürliche Weise den Hunger von den kommenden Generationen fernzuhalten. Wenn in Indien

20 Millionen heilige Rinder herumvegetieren, selbst schlecht ernährt sind und an der spärlichen Nahrungsdecke des Landes noch teilnehmen, wird der Europäer kaum Bedenken haben zu sagen: Man muß die Rinder schlachten und eine vernünftige Milchwirtschaft einrichten. Die aus religiösen Gründen kommenden Proteste der Hindus haben ja in den letzten Jahren zu Aufruhr geführt, wobei es Tote gab. Die gläubigen Hindus nehmen ein Leben in wirtschaftlichem Elend lieber auf sich, als das religiöse Unrecht der Tötung der heiligen Tiere auf ihr Gewissen zu laden. Hier ist eine große Erziehungsarbeit noch zu leisten. Verantwortliche Biologen haben ausgerechnet, daß, wenn man von den  $200 \times 10^6$  Rindern  $80 \times 10^6$  unterernährte Tiere schlachtet und die restlichen Rinder besser ernährt, jedes indische Kind jeden Tag einen halben Liter Milch bekommen kann<sup>32</sup>.

Eine Notiz über die *Entwicklungshilfe* zeigt eine andere Seite des Problems<sup>33</sup>:

«Vorerst darf ich als früherer (sogenannter höherer) Bundesbeamter der Schweiz, der sich just mit Handelsfragen zu befassen hatte, darauf aufmerksam machen, daß internationale Gremien, wo der Linkseinfluß bei den westlichen Vertretern und der Gebrülleinfluß der angeblich zu kurz gekommenen Interessenten vorherrschend ist, Zusammenstellungen bieten und «Erkenntnisse» gebären, die mit größter Vorsicht aufzunehmen sind.

Wenden wir uns doch lieber einigen konkreten Fällen zu: Brasilien: Staatliche Küstenschiffahrtsgesellschaft: Jedes Schiff muß zwei Besatzungen haben, eine als sogenannte Ersatzbesatzung! Beide werden entlohnt. Die Schiffe liegen 65 % der Zeit im Hafen fest, außer Betrieb. Löhne:

«Kapitän» eines Hafenbootes von fünf Mann: wie ein Flottenadmiral. Löhne der Matrosen: so hoch, daß sie in der Regel nicht selber arbeiten, sondern einen von ihnen schlecht bezahlten Ersatzmann (*cavalo* = Pferdchen genannt) zum Dienst stellen. Zugehörige staatliche Reparaturwerft: kann keine Schiffe reparieren, weil die Löhne für «Pensionierte» und «Beamte» alles verschlingen und somit keine Werftarbeiter mehr angestellt werden können. Hafenverwaltung von New York: 170 Kilometer Anlegequai und 3500 Beamte (nicht Arbeiter). Hafenverwaltung von Rio de Janeiro: 7 Kilometer Anlegequai und 8000 Beamte (auf einen Meter mehr als ein Beamter).

Uruguay: Hat 2,8 Millionen Einwohner. Es «beschäftigt» 250 000 Staatsbeamte und bezahlt 325 000 Pensionierte. Die Staatsangestellten haben in der Regel zwei oder drei Stellen auf einmal, sind dafür jeweils voll bezahlt und erscheinen mit Ausnahme des Zahltages selten am Arbeitsplatz. Die Sozialgesetzgebung erlaubt es, sich mit vierzig, spätestens mit fünfzig Jahren pensionieren zu lassen, wobei man von allen Seiten die Pension bekommt. Da jeder, der wirklich etwas tut, zum Beispiel auf dem Land einen Acker bepflanzen, dergestalt zum Narren wird, leben denn auch von den 2,8 Millionen Einwohnern bereits 1,2 Millionen in der Hauptstadt Montevideo.

Argentinien: Dezember 1965: Arbeiter der Zuckerfabriken in Tucumán zerstören Büros und Mobiliar. Die Post betreibt «Langsamarbeit», Briefe werden nicht oder nur mit großer Verspätung ausgetragen. Planmäßige Sabotage der Telefonanlagen durch die Beamten, mit Kabelscheren und Gelinithbomben, damals bereits 24 000 Anschlüsse zerstört . . .

Wie gesagt, ich schreibe einen Brief und keinen Roman. Die Beispiele lassen sich *ad nauseam* vermehren . . .»

### 3. Der kulturelle Einfluß

Bei den genetischen Überlegungen wird ein Aspekt immer vergessen, den neuere Biologen sehr deutlich herausstellen, vor allem Prof. Portmann in Basel und der Nobelpreisträger Medawar. Die These von Portmann bezieht die Umwelt des Menschen mit in den Werdegang des Menschen. Wie bei Tieren unterscheidet er zwischen Nesthockern und Nestflüchtern (die aus dem Ei schlüpfenden Vögel müssen lange Zeit im Nest hocken, um ernährt zu werden; die aus dem Ei schlüpfenden Krokodile brauchen das nicht). Der Mensch, der einen Säugertypus darstellt, müßte eigentlich als Neugeborener ein Nestflüchter sein; dazu aber müßte er das erste Lebensjahr noch im Mutterschoß zubringen. Die «soziale» Bedeutung der Geburt nach 9 Monaten Fötalzeit darf nicht übersehen werden. Davon ist die Rede im V. Kapitel Seite 125 gewesen. Daß der Mensch aber nur diese kurze Zeit des embryonalen Lebens kennt, deutet darauf hin, daß sein zentrales Nervensystem eine besondere Ausbildung erlangen muß, die es nur in der neuen Umwelt erhält. Wird diese Umwelt verbessert, verbessert sich das somatische Erbgefüge des Menschen.

Der Mensch steht in der nachgeburtlichen Periode auch unter anderen Auslesevorgängen, die weit rascher und wirksamer sich manifestieren als die biologische Evolution. Diese Auslese gilt Begabungen ausgereifter Individuen, nicht aber dem Erbgut in den Chromosomen. Diese Evolution betont mit Recht, daß die Weiterentwicklung der Kultur usw. auf einer Überlieferung von Wissen beruht, die nicht durch das Erbgefüge als Instinkte mitgeteilt wird, sondern durch die Sprache, durch Lernen, Schulung und Übung. Wissen wird weitergegeben und in

diesem Sinne vererbt, und dieses Geschehen wirkt mit großer Wucht auf den Menschen ein, weit stärker als andere Naturvorgänge. Die Frage ist, ob man diese geistige Entwicklung, die sich in der Geschichte und im Austausch der Menschen untereinander vollzieht, einen Naturprozeß nennen kann, dem man alle Tore öffnen muß. Ähnliche Gedanken finden wir in den Grundlagen des marxistischen Denkens! Ähnlich auch bei Julian Huxley und Teilhard de Chardin.

Dieses Wissen der Menschen, das weitergegeben und ins Innerste hinein verankert werden muß, enthält die höchsten Werte des Lebens: Wahrheit, Gerechtigkeit, Freiheit, Ehre, Verantwortung, Liebe und vieles andere. Die geistige Tradition prägt das Gesicht des Menschen, verändert den Menschen und wirkt lebendig auf den Leib ein, so daß man am äußeren Gefüge den somatischen Wandel erkennen kann. Beispiel: Wie ändert sich der Gesichtstyp eines Menschen, der studiert, gegenüber dem, der nur handwerklich arbeitet. Hier wird das Erbgefüge in deutlicher Weise überformt. Diese geistigen Potenzen der Menschheit, die wir weitergeben sollen, müssen jedoch aktiviert werden, und so kann einem Abgleiten der Menschheit entgegengearbeitet werden. Als Christen haben wir hier noch eine besondere Aufgabe.

Prof. Medawar hat das gleiche Anliegen in betonter Weise so ausgedrückt: «Das Organ, das uns außer der genetischen Evolution befähigt, eine soziale, kulturelle oder technologische Evolution zu vollziehen, ist das Gehirn des Menschen. Das Kind erhält bei der Zeugung von seinen Eltern bestimmte genetische Instruktionen; davon haben wir gesprochen, aber es gibt noch ein Nachrichtensystem, das Instruktionen weitergibt, diese speichert, damit sie später zu geeigneter Zeit hervorgeholt

und weitergegeben werden können: das Gehirn und das Gedächtnis! Wäre es nicht so, müßten die Menschen den Lebenskampf zwar bestehen, aber jeder müßte wieder von vorne anfangen. Jetzt aber lernen wir. Wir lehren andere und geben die Tradition weiter.» Mit Betonung sagt Medawar, das sei zwar keine *genetische* Evolution, aber es sei eine *biologische* Evolution. Hier formt sich das Leben, der Mensch. Die Gesetze der Genetik haben keine absolute Autorität, sondern es gibt geistige Evolutionen, die die Tradition enthalten und weitergeben, eine *Erblichkeit*, die *viel schneller* und wirksamer handelt als die genetische Information.

Man könnte mit Prof. Dr. Asselmeyer, München, sagen, was er auf dem 2. Kath. Akademikertag letztthin erklärte: «Das Wissen um die Welt, dividiert durch die Vernunft, geht nicht ohne Rest auf.» Ich würde dazu noch sagen: Die biogenetische Entwicklung, dividiert durch den Menschen, geht nicht ohne Rest auf, und der Rest besteht im Geist des Menschen!

Hier setzt die Arbeit des Christen ein, der von der Würde der Person zu reden hat, der sich weigert, daß ihm vom Staat ein Kind aufgezwungen wird, der die Grundrechte der Humanität anerkennt und der in Verantwortung vor der Botschaft Christi und der Kirche sein Leben gestaltet. Manipulierbarkeit des Menschen: Gebunden an die Genetik, aber in Freiheit, das Somatische überformend, indem er seinem vom Glaubensbewußtsein der Kirche geformten Gewissen und unserem Leitbild Christus folgt.

## 7. Kapitel

# EINIGES ZUM SCHÖPFUNGSBERICHT DER BIBEL

Dem gläubigen Menschen ist es ins Herz geschrieben, daß es einen Schöpfer dieser Welt gibt. Wenn er sich jedoch den Bericht der Genesis vor Augen stellt, merkt er an seinem Unbehagen die Diskrepanz. Sein naturwissenschaftlich geschärftes Urteil sträubt sich gegen die allzu «menschliche» Darstellung und empfindet sie naiv, vorwissenschaftlich und mythisch. Fragt er sich selbst aber kritisch, weiß er auch keine präzisen Auskünfte zu geben, wie wir in den vorhergehenden Kapiteln gehört haben. Unverwischbar bleibt die Vorstellung: Gott hat die Welt und alles Leben auf ihr geschaffen. Aber diese Vorstellung bekommt keine klaren Konturen, weder biblisch noch naturwissenschaftlich. Ob es nicht Dinge gibt, die, weil sie allen Zeiten gegenwärtig sein müssen, nur in Bildern dargestellt werden dürfen, vor allem weil zu jeder Zeitperiode neue Einsichten in kosmische Zusammenhänge verarbeitet werden müssen? Alle Völker und Religionen haben den Weltanfang beschrieben. Die Anfänge gehören zum Grundbesitz des menschlichen Denkens und Urteilens.

Daher bleibt uns hier nur die Aufgabe, nachzuweisen, daß der Aussagegehalt des biblischen Berichtes den Tatsachen der Wissenschaft, soweit sie feste Ergebnisse darstellen, nicht widerspricht; daß vielmehr die Ursprungsfragen der Menschheit von einer ganz anderen Seite angegangen werden und daß das kausale Bedürfnis des Menschen in einer anderen Schicht des Lebens aus seiner Hintergründigkeit befriedigt wird.

## DER TEXT ALS RELIGIÖSE AUSSAGE

Zum Verständnis des Schöpfungsberichtes sind zwei Dinge zu beachten:

1. Wie überall in der Heiligen Schrift ist beim Lesen zu bedenken, daß die Umgangssprache des Menschen gesprochen wird; denn dieser Text soll allen Menschen dienen. Die Umgangssprache aber unterscheidet sich von der wissenschaftlichen Art der Aussage. Die Bibel will uns nicht Naturwissenschaft lehren, sondern sie will uns Heil vermitteln.

2. Das Weltbild des Schöpfungsberichtes, des Verfassers sowohl wie auch des damaligen Lesers, ist anders als das heutige. Damit fallen eine Menge Schwierigkeiten in sich zusammen. Wir begegnen einem anschaulichen Weltbild, das noch nichts von abstrakten kartesischen Gedanken weiß.

Daher empfiehlt es sich für unsere Betrachtung, den Wortlaut des Textes so zu nehmen, wie er uns vorliegt, ohne die Frage nach der Urheberschaft der beiden Schöpfungsberichte im 1. und 2. Kapitel der Genesis zu stellen und ohne Einzelheiten der so erfolgreichen sprachwissenschaftlichen, archäologischen, religionswissenschaftlichen und sonstigen Untersuchungen der neueren Zeit in Betracht zu ziehen. Dazu sind wir berechtigt, weil die Text-

gestalt einigermaßen exegetisch festliegt. Nehmen wir die beiden obigen Hinweise entgegen, dann macht das schlichte Verständnis des Berichtes es deutlich, daß es sich um einen eminent religiösen Text handelt.

Zwar sollte man glauben, daß die Fragen über den Genesis-Bericht in der Theologie und der vergleichenden Religionswissenschaft längst ausdiskutiert seien. Aber das Gegenteil ist der Fall. Mit leidenschaftlichem Ernst werden die Fragen neu gestellt. Als ein wichtiges Ergebnis scheint sich abzuzeichnen, daß es sich beim 1. Kapitel der Heiligen Schrift um einen echten Entmythologisierungsversuch handelt. Phantastische und mythische Vorstellungen werden von einer geradezu mathematischen Vernunft verdrängt. Den Zeitgenossen wird dieser Bericht wie eine liberale Aufklärungsschrift gegen den Götterhimmel ihrer Vorzeit erschienen sein. Überbordende Mythologien werden auf die Seite geschoben, und in einprägsamen Formeln, die ruhige Klarheit und rationale Nüchternheit zeigen, wird alles auf den Einen Gott des Himmels und der Erde bezogen. Er allein ist Anfang und Ursprung der ganzen Welt. Damit wird die Überschrift für die ganze Offenbarung Gottes an die Menschen gegeben. Professor Herrmann (Berlin) hat diesen Bericht «ein bedeutendes Zeugnis erster internationaler wissenschaftlicher Bemühungen» genannt, «um die Welt und ihre Zusammenhänge zu ergründen». Herrmann zieht daraus die Folgerung, die auch das Thema unseres Buches ist: daß am Anfang der Zeiten ein Beispiel gegeben wird, wie «Wissen und Glauben» zur Einheit wird: «So vereint sich auf dem ersten Blatt heiliger Schrift profanes Wissen und Erkennen, gewonnen aus Listenwissenschaft und lehrhafter Naturweisheit, mit dem Wissen um Gott zu vollkommener Einheit<sup>1</sup>.»

## DIE DURCHSPRACHE DES TEXTES

Wir wollen jetzt in einer einfachen Durchsprache den Text erörtern, und zwar unsere Erkenntnisse der Naturwissenschaft mit den Aussagen der Bibel zusammennehmen, *nicht* um naturwissenschaftlich etwas zu erklären, was Sache der Heilsbotschaft ist, sondern um die verschiedenen Arten der Aussage zu erkennen, weil der Glaube anders fragt und antwortet als die Naturwissenschaft. Beides aber gehört zusammen<sup>2</sup>. Wir setzen also neben die religiöse Deutung der Worte das Verständnis vom Naturwissenschaftlichen her.

Zunächst vollzieht sich nach dem Schöpfungsbericht die erste Schöpfungsstufe, die *Prinzipial-Schöpfung*. Es werden genannt: «Himmel und Erde», «Wüste und Leere und Finsternis», «Gewässer» (= weite Wasser), «Abgrund». Mit alledem wird die absolute Erschaffung des Stoffes, der Materie überhaupt, angekündigt. Himmel und Erde sind das alles Umfassende. Alles ist von Gott erschaffen. Das muß betont werden gegenüber der Überfülle der personifizierten Naturgötter der Umwelt, die ein ewiges Chaos kannte und in vielerlei Mythen später die Entstehung der Götter zu erklären versuchte. In der Bibel wird betont: Am Anfang steht nicht das Chaos, sondern der Theos, und Gott schreitet in Schöpfungsstufen fort; nicht als ob er ein Chaos schaffen würde, sondern indem er die ungestaltete Materie formt und anfängt, sie zu ordnen, d. h. den Kosmos zu bilden.

gestalt einigermaßen exegetisch festliegt. Nehmen wir die beiden obigen Hinweise entgegen, dann macht das schlichte Verständnis des Berichtes es deutlich, daß es sich um einen eminent religiösen Text handelt.

Zwar sollte man glauben, daß die Fragen über den Genesis-Bericht in der Theologie und der vergleichenden Religionswissenschaft längst ausdiskutiert seien. Aber das Gegenteil ist der Fall. Mit leidenschaftlichem Ernst werden die Fragen neu gestellt. Als ein wichtiges Ergebnis scheint sich abzuzeichnen, daß es sich beim 1. Kapitel der Heiligen Schrift um einen echten Entmythologisierungsversuch handelt. Phantastische und mythische Vorstellungen werden von einer geradezu mathematischen Vernunft verdrängt. Den Zeitgenossen wird dieser Bericht wie eine liberale Aufklärungsschrift gegen den Götterhimmel ihrer Vorzeit erschienen sein. Überbordende Mythologien werden auf die Seite geschoben, und in einprägsamen Formeln, die ruhige Klarheit und rationale Nüchternheit zeigen, wird alles auf den Einen Gott des Himmels und der Erde bezogen. Er allein ist Anfang und Ursprung der ganzen Welt. Damit wird die Überschrift für die ganze Offenbarung Gottes an die Menschen gegeben. Professor Herrmann (Berlin) hat diesen Bericht «ein bedeutendes Zeugnis erster internationaler wissenschaftlicher Bemühungen» genannt, «um die Welt und ihre Zusammenhänge zu ergründen». Herrmann zieht daraus die Folgerung, die auch das Thema unseres Buches ist: daß am Anfang der Zeiten ein Beispiel gegeben wird, wie «Wissen und Glauben» zur Einheit wird: «So vereint sich auf dem ersten Blatt heiliger Schrift profanes Wissen und Erkennen, gewonnen aus Listenwissenschaft und lehrhafter Naturweisheit, mit dem Wissen um Gott zu vollkommener Einheit<sup>1</sup>.»

## DIE DURCHSPRACHE DES TEXTES

Wir wollen jetzt in einer einfachen Durchsprache den Text erörtern, und zwar unsere Erkenntnisse der Naturwissenschaft mit den Aussagen der Bibel zusammennehmen, *nicht* um naturwissenschaftlich etwas zu erklären, was Sache der Heilsbotschaft ist, sondern um die verschiedenen Arten der Aussage zu erkennen, weil der Glaube anders fragt und antwortet als die Naturwissenschaft. Beides aber gehört zusammen<sup>2</sup>. Wir setzen also neben die religiöse Deutung der Worte das Verständnis vom Naturwissenschaftlichen her.

Zunächst vollzieht sich nach dem Schöpfungsbericht die erste Schöpfungsstufe, die *Prinzipial-Schöpfung*. Es werden genannt: «Himmel und Erde», «Wüste und Leere und Finsternis», «Gewässer» (= weite Wasser), «Abgrund». Mit alledem wird die absolute Erschaffung des Stoffes, der Materie überhaupt, angekündigt. Himmel und Erde sind das alles Umfassende. Alles ist von Gott erschaffen. Das muß betont werden gegenüber der Überfülle der personifizierten Naturgötter der Umwelt, die ein ewiges Chaos kannte und in vielerlei Mythen später die Entstehung der Götter zu erklären versuchte. In der Bibel wird betont: Am Anfang steht nicht das Chaos, sondern der Theos, und Gott schreitet in Schöpfungsstufen fort; nicht als ob er ein Chaos schaffen würde, sondern indem er die ungestaltete Materie formt und anfängt, sie zu ordnen, d. h. den Kosmos zu bilden.

Die Herkunft des Stoffes, der Materie, wird also besonders betont. Er ist nicht ewig, sondern mit der Zeit erschaffen. Wie lange diese Erschaffung und dieser Zustand gedauert haben, darüber sagt die Heilige Schrift nichts. Dieses Ungeordnetsein der Materie, über der Gottes Geist weht, mag Unendlichkeiten gedauert haben. Genauere Angaben darüber versucht die moderne Astronomie zu geben, die eine zeitliche Begrenzung der Materie von einem absoluten Nullpunkt her nicht ausschließt und dafür einen Zeitraum von 10 bis 20 Milliarden Jahren errechnet. Über diesen für das menschliche Auge unübersehbaren Tiefen war der Geist wehend (so müssen wir genau übersetzen). Die Tiefe des vorkosmischen Seins, die Materie, der Stoff an sich hat sein Geheimnis, und bis heute sind wir physikalisch noch nicht hinter dieses Geheimnis gedrungen. Wir wissen sehr viel über das Wesen der Materie auszusagen, aber im letzten bleibt ein Geheimnis da. Man kann zur Beschreibung eine physikalisch-mathematische Größe als Letztes angeben, einen Feldskalar, der die periodisch veränderliche Wahrscheinlichkeit angibt, in einem Raumpunkt ein Materieteilchen anzutreffen. Aber weiter kommt man nicht. Man kann beschreibend sich dem Wesen der Materie nähern; aber man kann nicht aussagen, was sie ist. Es ist Kraft und Fülle in der Materie enthalten, in ihr verborgen, aber noch unentfaltet.

Der Philosoph ist hier aufgerufen, über das Wesen etwas auszusagen, soweit seine Kategorien diese dynamische Wirklichkeit zu erfassen in der Lage sind. Der Theologe jedoch hat das Recht, auf die Würde dieser Materie hinzuweisen, die nach dem Bericht der Genesis in dem Hervorgang aus der Hand Gottes begründet ist.

Diese Materie, unentfaltet, ungestaltet, formlos – es waren Wüste und Leere, Finsternis und Abgrund und weite Wasser – kommt erst in Beziehung zum Menschen durch das befehlende Wort Gottes: «Es werde Licht!» Damit beginnt ein ordnendes Prinzip sich in das Erschaffungswerk einzuschalten. Die *Initiativ-Schöpfung* hebt an. Die noch ungegliederte Masse und Materie des Wüsten und Leeren und der weiten Wasser wird mit einem Male durch das Licht in den Blick eines Beschauers gezogen, und damit beginnt eine Scheidung sich zu vollziehen, und mit der Scheidung hebt eine Ordnung an: Licht und Finsternis, Tag und Nacht. Das Licht hat eine unmittelbare Beziehung zum Leben, da es sich nicht anders beziehen und verstehen läßt als im Hinblick auf das Auge. Das Sehen ist ja erst gegeben, wenn Leben da ist. So deutet an dieser Stelle schon das Licht hin auf das Kommende, was da von Gott ausgeht. Schön die Voraussetzung allen Lebens, das Licht, wird unmittelbar von Gott erschaffen. Wie bei der Materie, so auch beim Licht können wir physikalisch nichts endgültig Letztes angeben. Es soll eine Wellenbewegung sein, es soll zugleich korpuskulare Struktur haben, wie die Folgerungen der klassischen Quantenphysik gezeigt haben. Wiederum reichen wir, wie bei der Materie, an ein Vorletztes, das physikalisch nicht gedeutet werden kann. Die letzte Bestimmung liegt bei Gott. Er muß schaffend es erzeugen: «Es werde Licht!» So wird dann der erste Tag.

Was ist mit diesen «Tagen» gemeint? Der menschliche Tag wird durch das Gestirn und den Umlauf um die Sonne bestimmt. Der sichtbare Sternenhimmel wird aber erst am vierten Tag gegründet. Also kann es sich hier nicht um unseren menschlichen Tag handeln. Nach unserer heutigen Naturerkenntnis waren die Zeiten, in denen

die Gestirne entstanden — auch in denen sie für den Menschen sichtbar wurden —, gemessen an einem menschlichen Tag, ungeheure Zeiträume. Es handelt sich also um die Tage Gottes, nicht um die Tage des Menschen: Tage Gottes, die ein Gleichnis darstellen für den Menschentag. Wir dürfen nicht unser Zeitmaß ihnen unterstellen, wenn man überhaupt von Zeit im eigentlichen Sinne hier reden darf.

Das Werk des zweiten Tages ist Scheidung von «Unten und Oben» durch den Raum, den Gott als Himmel beauftragt. Der Grundstoff der Materie wird in eine Ordnung gebracht, die nur für den Menschen gilt. Die Ausdehnung, die ein «Oben und Unten» besitzt, die Dimension der Materie, wird gegründet. Was die Ausdehnung rein physikalisch bedeutet, wissen wir nicht. Sie ist ein letztes Faktum. Innerhalb des rein Stofflichen, Materiellen, Leblosen gibt es an sich diese Ordnung der Ausdehnung in ein «Oben und Unten» nicht. Die Struktur der Materie kennt so etwas wie eine Kreisbewegung oder eine ähnliche Bewegung, die auf eine Mitte bezogen ist. Das Lebendige jedoch kennt schon ein «Oben und Unten»; denn im pflanzlichen und tierischen Dasein wird die Schwerkraft in neuer Weise in den Dienst genommen, und der Stamm wächst entgegen der Schwerkraft nach oben. Diese Bezeichnung ist, biologisch gesehen, ein geheimnisvolles Faktum. Warum die Pflanze und das Tier so wachsen, welche Gründe dahinterliegen, können wir nicht ausmachen. Und da sagt die Bibel: Dieses Ungeklärte und Unverständliche an der Raumdimension, dieses «Oben und Unten» ist von Gott unmittelbar erschaffen worden. Der Vers 9 bringt den dritten Schöpfungstag, dessen erster Teil das dritte Werk der Schöpfung benennt: die Scheidung des Wassers vom Trockenem. Dabei ist der

Daseinsraum des Menschen in zwei elementaren Gegebenheiten begründet, die aber an sich geschieden sind, weil jeder im Großen seine besondere Funktion besitzt. Das Land bekommt seine feste Gestalt für den Menschen, es ist so auf der Erde auch in seinen bestimmten Grenzen eingeschlossen; es gehört wesentlich zur Erde des Menschen. Pflanze, Tier und Mensch brauchen in ihrer Art zum Leben zum wenigsten diese Ordnung der Scheidung von Wasser und Trockenem.

Nachdem so Licht und Finsternis, Oben und Unten, Land und Wasser geschieden sind, bestätigt Gott ausdrücklich, daß es gut sei. Jetzt ist das Ungestaltete, das Formlose, das, was wüst und leer genannt wurde, gestaltet; es hat eine Ordnung bekommen, ein Oben und Unten, trockenes Land und Meer, Licht und Finsternis. Es ist eine gefügte Ordnung der Materie da. Sie ist von Gott gemacht; sie ist nicht seinsnotwendig aus sich selbst geworden, sondern der ordnende Wille des Schöpfer-Gottes steht dahinter.

Wir kommen nach der Prinzipial-Erschaffung der Materie überhaupt und der Initiativ-Schöpfung der Ordnung der Materie zu der dritten Stufe, und das ist die *Ausstattung und Ausschmückung* der so gefügten Materie. Vers 11–12 bringt die Erschaffung der Pflanzen; 20–25 die Erschaffung der Tierwelt. Die Erschaffung der Welt der Organismen wird durch eine Doppelaussage eingeleitet: «Gott schuf» und «die Erde lasse hervorgehen». Wenn man nicht annehmen will, daß beides Widersprüche sind oder Tautologien, muß man schon annehmen, daß Gottes schöpferische Tätigkeit, mit der er das Neue in die Welt hineinlegt, verbunden wird mit der Aktivierung der Kräfte der Erde. Gott schafft das Leben, und

dann geschieht die weitere Ausgestaltung durch die Kräfte der Erde selbst, so daß dieses Werden der anderen Geschöpfe nicht plötzlich, sondern in langen Zeiten und Rhythmen vor sich geht. Etwas von der Entstehung des Formenreichtums innerhalb der Arten wird uns verständlich gemacht. Die weiten Möglichkeiten, die in jede Art hineingelegt sind, können sich dort entwickeln. Ja es wird der Spielraum, in dem das möglich ist, angegeben. Deutlich wird gesagt (Vers 22): «Seid fruchtbar und mehret euch und füllet der Meere Wasser an! Und auch die Vögel sollen sich auf Erden mehren.» Also: erfüllet die Erde, das Meer und den Luftraum! In diesem Erfüllen liegt nicht nur die Vermehrung, sondern auch alle aktive Anpassung an die Erdräume, die von den Organismen gefordert wird. Die Befähigung zu dieser Leistung kennzeichnet das Leben. Die Ausführung dieses Befehls stellt die heutige Biologie dar in der Beschreibung der Lebensentfaltung, die von einigen Biologen geradezu benannt wird als «Bedeutungsbefehle». «Das Leben ist schöpferisch» heißt also, theologisch betrachtet: Das Leben ist gestaltungsbereit, innerhalb von Grenzen; es hat die Begabung, Gottes Werdebefehle auszuführen. Solche Werdebefehle sind daher keine «Korrekturen» nachträglicher Art, die Gott in seiner Schöpfung anbringt, sondern es sind Möglichkeiten, die zur Auswirkung kommen sollen, die aber in die Stoffe hineingelegt sind als Gestaltungskräfte. Der Gehorsam der Kreatur ist nichts anderes als das millionenfache Individualleben, das auf Endgestalten hin sich entwickelt, die dem Leben und seiner Art gegeben sind.

Im Schöpfungsbericht werden die Arten in den allgemein bekannten Vertretern genannt, stellvertretend für die ganze Reihe der Organismen. Wir können aus diesem

Schöpfungsbericht biologisch ergründen und erklären: die stoffliche Herkunft der Lebewesen – «Die Erde bringe hervor!». Das bezeugt ja auch die Biologie in dem Aufbau der Organismen aus den Stoffen der organischen Chemie.

Die Aktivität des Stoffes, der Atome und Moleküle, bei der Bildung und die Anpassung an die Umweltverhältnisse werden ebenso erklärt: «Erfüllet die Erde!» Und ebenso das Ziel dieser Anpassung und Ausbildung aller Möglichkeiten zu den Hauptarten der Organismenwelt. Was biologisch ungeklärt bleibt, ist die Frage nach dem Grund der Aktivität des Werdens der Lebewesen. Wir können philosophisch zu einem Lebensprinzip kommen; zu einem lebenden, lenkenden Geist, zu dem Dirigenten des Orchesters. Die Bibel gibt hier die Erklärung und erkennt dafür den souveränen Willen Gottes, der das Werden und Leben ins Dasein ruft. Wir finden somit, daß genau da die Aussagen der Offenbarung stehen, wo die moderne Biologie ihre Grenzen angeben muß:

1. *Im Ursprung des ersten Lebens*; die schöpferische Macht Gottes besteht gerade darin, daß sie wirkliches Leben zu erschaffen vermag, nicht Marionetten, in denen sich seine Allmacht nur wie in einem Uhrwerk auswirkt. Dieses wirkliche Leben ist ein Geheimnis, bei dem wir merken, wie begrenzt die menschliche Macht ist.

2. *Im Entstehen der neuen Arten*, die plötzlich auftauchen, wie uns die Paläontologie lehrt, ohne jeden Übergang. Die Bibel kennt als Ursache dafür unzweideutig die göttlichen Befehls-Initiativen, auf die hin die neuen Gestalten erst in Erscheinung treten können. Die Biologie nennt so etwas Großmutationen, aber sie weiß keine

dann geschieht die weitere Ausgestaltung durch die Kräfte der Erde selbst, so daß dieses Werden der anderen Geschöpfe nicht plötzlich, sondern in langen Zeiten und Rhythmen vor sich geht. Etwas von der Entstehung des Formenreichtums innerhalb der Arten wird uns verständlich gemacht. Die weiten Möglichkeiten, die in jede Art hineingelegt sind, können sich dort entwickeln. Ja es wird der Spielraum, in dem das möglich ist, angegeben. Deutlich wird gesagt (Vers 22): «Seid fruchtbar und mehret euch und füllet der Meere Wasser an! Und auch die Vögel sollen sich auf Erden mehren.» Also: erfüllet die Erde, das Meer und den Luftraum! In diesem Erfüllen liegt nicht nur die Vermehrung, sondern auch alle aktive Anpassung an die Erdräume, die von den Organismen gefordert wird. Die Befähigung zu dieser Leistung kennzeichnet das Leben. Die Ausführung dieses Befehls stellt die heutige Biologie dar in der Beschreibung der Lebensentfaltung, die von einigen Biologen geradezu benannt wird als «Bedeutungsbefehle». «Das Leben ist schöpferisch» heißt also, theologisch betrachtet: Das Leben ist gestaltungsbereit, innerhalb von Grenzen; es hat die Begabung, Gottes Werdebefehle auszuführen. Solche Werdebefehle sind daher keine «Korrekturen» nachträglicher Art, die Gott in seiner Schöpfung anbringt, sondern es sind Möglichkeiten, die zur Auswirkung kommen sollen, die aber in die Stoffe hineingelegt sind als Gestaltungskräfte. Der Gehorsam der Kreatur ist nichts anderes als das millionenfache Individualleben, das auf Endgestalten hin sich entwickelt, die dem Leben und seiner Art gegeben sind.

Im Schöpfungsbericht werden die Arten in den allgemein bekannten Vertretern genannt, stellvertretend für die ganze Reihe der Organismen. Wir können aus diesem

Schöpfungsbericht biologisch ergründen und erklären: die stoffliche Herkunft der Lebewesen – «Die Erde bringe hervor!». Das bezeugt ja auch die Biologie in dem Aufbau der Organismen aus den Stoffen der organischen Chemie.

Die Aktivität des Stoffes, der Atome und Moleküle, bei der Bildung und die Anpassung an die Umweltverhältnisse werden ebenso erklärt: «Erfüllet die Erde!» Und ebenso das Ziel dieser Anpassung und Ausbildung aller Möglichkeiten zu den Hauptarten der Organismenwelt. Was biologisch ungeklärt bleibt, ist die Frage nach dem Grund der Aktivität des Werdens der Lebewesen. Wir können philosophisch zu einem Lebensprinzip kommen; zu einem lebenden, lenkenden Geist, zu dem Dirigenten des Orchesters. Die Bibel gibt hier die Erklärung und erkennt dafür den souveränen Willen Gottes, der das Werden und Leben ins Dasein ruft. Wir finden somit, daß genau da die Aussagen der Offenbarung stehen, wo die moderne Biologie ihre Grenzen angeben muß:

1. *Im Ursprung des ersten Lebens;* die schöpferische Macht Gottes besteht gerade darin, daß sie wirkliches Leben zu erschaffen vermag, nicht Marionetten, in denen sich seine Allmacht nur wie in einem Uhrwerk auswirkt. Dieses wirkliche Leben ist ein Geheimnis, bei dem wir merken, wie begrenzt die menschliche Macht ist.

2. *Im Entstehen der neuen Arten,* die plötzlich auftauchen, wie uns die Paläontologie lehrt, ohne jeden Übergang. Die Bibel kennt als Ursache dafür unzweideutig die göttlichen Befehls-Initiativen, auf die hin die neuen Gestalten erst in Erscheinung treten können. Die Biologie nennt so etwas Großmutationen, aber sie weiß keine

Gründe anzugeben für diese plötzlich auftretenden, völlig neuen Baupläne innerhalb der Organismen. Diese Schöpfungsbefehle innerhalb der Schöpfungstage sind außergewöhnliche Akte Gottes, sind nicht seine Erhaltungskraft der Welt, die *creatio permanens*. Das neue Dasein, das immer wieder auf Gottes Geheiß ins Leben tritt, erweist sich als qualitativ höheres, ja als Gott ähnliches Leben. So ergibt sich ein Stufenbau von den einfachen Tieren der wirbellosen Klassen hin zu den Wirbeltieren, den Fischen, den Amphibien, Reptilien, Vögeln, Säugetieren, und als Krone der ganzen Schöpfung steht da der Mensch.

Was sagt der Schöpfungsbericht zur Erschaffung des Menschen (Kapitel 1,26 und 2,7)? Die Besonderheit des Menschen gegenüber den Tieren wird im Schöpfungsbericht herausgehoben: seine Ebenbildlichkeit mit Gott. Hier wird genau betont: «Laßt Uns den Menschen machen nach Unserm Bild und Gleichnis.» Nachdem gesagt worden ist, daß Gott den Menschen aus dem Staub der Erde bildete, heißt es, daß Gott ihm den Lebensodem in die Nase blies; daß also das Leben, die Seele, unmittelbar von Gott kommt. Der Leib wird von der Erde genommen, die Seele aber kommt aus dem Innern Gottes.

Hier ist die Frage möglich: Wie hat Gott den Leib erschaffen, bevor er die Seele einhauchte? Schon der heilige Augustinus hat gesagt: «Daß Gott mit körperlichen Händen den Menschen aus dem Lehm der Erde gebildet habe, ist doch ein gar zu kindlicher Glaube<sup>3</sup>.» Ja es ist durchaus möglich, daß Gott nicht unbelebte Stoffe – Lehm der Erde – zum Menschen gebildet hat, sondern organisch belebte Stoffe, also aus einem Tierleib dieses neue Wesen umgebildet hat und es durch die Einhauchung

der Seele zum Menschen machte. Biblisch läßt sich darüber schwer etwas aussagen. Es heißt nämlich ausdrücklich auch von den Pflanzen und von den Tieren, daß Gott sie aus dem Erdboden gebildet habe (2,19), und dabei verwendet der Verfasser beim Menschen wie bei den Pflanzen und Tieren beide Male das gleiche Wort für bilden, formen, nämlich hebräisch «jazar». Wenn wir bei den Tieren eine Entwicklung innerhalb ihres Artrahmens für möglich halten, und ebenso bei den Pflanzen, so ist es auch möglich, daß Gott im Rahmen der Art eines höchstentwickelten Tieres durch eine Großmutation, formend aus diesem tierischen Erbleib, den Menschenleib gebildet hat.

Sobald klargestellt ist, daß der Mensch als Ganzes neu geworden ist durch die Einhauchung der gott-ebenbildlichen Seele, ist die Erschaffung des Leibes belanglos für das Glaubensbewußtsein, ob unmittelbar von Gott her oder mittelbar durch eine längere Entwicklungsreihe vom Tier her. Nur dürfen wir nicht sagen, aus dem Tier sei der Mensch geworden. Das würde dem Schrifttext der Bibel widerstreben. Aus dem Tier kann höchstens durch ein Eingreifen Gottes mit einer Großmutation ein Menschenleib werden; der Mensch selbst wird erst durch die Seele, die wiederum etwas völlig Neues aus diesem Lebewesen macht, das vorher einen Menschenleib hatte. «Die Menschenschöpfung muß als größte Mutation der Natur gelten und ist auf jeden Fall, naturwissenschaftlich gesprochen, eine neue Form der Natur, religiös gesprochen eine neue Schöpfung Gottes» (Neuberg).

Was der Bibelbericht (2,7) betonen will, ist, daß der Mensch staubgeboren, vergänglich ist. Das ist der Leitgedanke; daneben steht der Gedanke der Ebenbildlich-

keit mit Gott, dem Herrn der ganzen Erde, aller Pflanzen und Tiere. Wie nun das «Staubgeborene» zu erklären ist, gibt die Heilige Schrift nicht an. Hier läßt sie die Frage offen hin zur Biologie. Deutlich wird aber die Würde des Menschen im Vergleich zur vergänglichen Gestalt der Erde betont. Er ist die Krone und Sinnmitte der ganzen Schöpfung.

## ZUSAMMENFASSENDER HINWEIS

Wenn der Christ Naturwissenschaft betreibt und dabei für das Offenbarungswort Gottes offen geblieben ist, gewinnt er ein neues Verständnis von all dem, was die Glaubenswissenschaft und die Naturwissenschaft in ihren Bereichen zu leisten vermag. Wie wir erkannt haben, daß der Schöpfungsbericht Raum läßt für das naturwissenschaftliche Denken, und daß es verfehlt wäre, den Schöpfungsbericht aus Daten der Biologie und Physik beweisen oder widerlegen zu wollen, so ist es bei allen Grenzfragen zwischen Theologie und Naturwissenschaft. Es mag Spannungen und nicht geklärte Fragen geben. Je gründlicher ein jeder sich in seine Wissenschaft vertieft, dabei aber das Bewußtsein bewahrt, nur einen Sektor der großen ganzen Wahrheit zu bearbeiten, um so mehr wird erkennbar, wie «Glauben und Wissen» zusammengehören. Wir brauchen nicht das negative Wort einer apophatischen Theologie zu wiederholen, wenn es auch einmal positiv gemeint war: «*Credo quia absurdum*» — ich glaube, weil es absurd, nämlich rational nicht aufklärbar ist; sondern unser Bemühen wird geführt und begleitet von dem mutigen und optimistischen Wort des heiligen Anselm von Canterbury:

«*Credo ut intelligam*» —

Ich glaube, um immer tiefer zu erkennen.

keit mit Gott, dem Herrn der ganzen Erde, aller Pflanzen und Tiere. Wie nun das «Staubgeborensen» zu erklären ist, gibt die Heilige Schrift nicht an. Hier läßt sie die Frage offen hin zur Biologie. Deutlich wird aber die Würde des Menschen im Vergleich zur vergänglichen Gestalt der Erde betont. Er ist die Krone und Sinnmitte der ganzen Schöpfung.

## ZUSAMMENFASSENDER HINWEIS

Wenn der Christ Naturwissenschaft betreibt und dabei für das Offenbarungswort Gottes offen geblieben ist, gewinnt er ein neues Verständnis von all dem, was die Glaubenswissenschaft und die Naturwissenschaft in ihren Bereichen zu leisten vermag. Wie wir erkannt haben, daß der Schöpfungsbericht Raum läßt für das naturwissenschaftliche Denken, und daß es verfehlt wäre, den Schöpfungsbericht aus Daten der Biologie und Physik beweisen oder widerlegen zu wollen, so ist es bei allen Grenzfragen zwischen Theologie und Naturwissenschaft. Es mag Spannungen und nicht geklärte Fragen geben. Je gründlicher ein jeder sich in seine Wissenschaft vertieft, dabei aber das Bewußtsein bewahrt, nur einen Sektor der großen ganzen Wahrheit zu bearbeiten, um so mehr wird erkennbar, wie «Glauben und Wissen» zusammengehören. Wir brauchen nicht das negative Wort einer apophatischen Theologie zu wiederholen, wenn es auch einmal positiv gemeint war: «*Credo quia absurdum*» – ich glaube, weil es absurd, nämlich rational nicht aufklärbar ist; sondern unser Bemühen wird geführt und begleitet von dem mutigen und optimistischen Wort des heiligen Anselm von Canterbury:

«*Credo ut intelligam*» –

Ich glaube, um immer tiefer zu erkennen.

## ANMERKUNGEN

### 1. KAPITEL: DER ABBAU DER KLASSISCHEN PHYSIK UND DER AUFBAU NEUER BEGRIFFLICHKEITEN

- 1 *Pierre-Simon Laplace*, Essai philosophique sur les probabilités
- 2 vgl. Seite 30 ff
- 3 vgl. Seite 32
- 4 vgl. Seite 39 f
- 5 *J. Jeans*, Der Weltraum und seine Rätsel, 201
- 6 vgl. Seite 110

### 2. KAPITEL: KAUSALITÄT UND ATOMPHYSIK

Seite 23-42

- 1 Vorwort des Lehrbuches: Theoretische Chemie
- 2 vgl. Seite 9
- 3 *H. Dolch*, Kausalität im Verständnis des Theologen und der Begründer der neuzeitlichen Physik, Freiburg 1954, 181 ff
- 4 *W. Heisenberg*, Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik: Zeitschrift für Physik 43 (1927) 197
- 5 *L. de Vries*, Denken und Sein, Freiburg 1937, 246
- 6 *W. Heisenberg*, Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften, Hirzel 1943, 17
- 7 *Gautier-Villars*, Paris 1953; vgl. Physikalische Blätter 1953, 488 und 541

## ANMERKUNGEN

### 1. KAPITEL: DER ABBAU DER KLASSISCHEN PHYSIK UND DER AUFBAU NEUER BEGRIFFLICHKEITEN

- 1 *Pierre-Simon Laplace, Essai philosophique sur les probabilités*
- 2 vgl. Seite 30 ff
- 3 vgl. Seite 32
- 4 vgl. Seite 39 f
- 5 *J. Jeans, Der Weltraum und seine Rätsel*, 201
- 6 vgl. Seite 110

### 2. KAPITEL: KAUSALITÄT UND ATOMPHYSIK

Seite 23-42

- 1 Vorwort des Lehrbuches: *Theoretische Chemie*
- 2 vgl. Seite 9
- 3 *H. Dohr, Kausalität im Verständnis des Theologen und der Begründer der neuzeitlichen Physik*, Freiburg 1954, 181 ff
- 4 *W. Heisenberg, Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik: Zeitschrift für Physik* 43 (1927) 197
- 5 *L. de Vries, Denken und Sein*, Freiburg 1937, 246
- 6 *W. Heisenberg, Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften*, Hirzel 1943, 17
- 7 *Gautier-Villars, Paris* 1953; vgl. *Physikalische Blätter* 1953, 488 und 541

- 8 *M. Born*, *Natural Philosophy of Cause and Chance*, Oxford 1949, 122  
 9 *Universitas* 1959, Heft 2, 143 f  
 10 vgl. 1956, Heft 5/6  
 11 Wir weisen hin vor allem auf die Auseinandersetzung von Günther Höpfner, Berlin, mit Klaus Zweiling in: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 1958, Heft 3, 451 ff

### 3. KAPITEL: DIE WELT DER STERNE

Seite 43-74

- 1 vgl. *Diesterweg* 410  
 2 *H. Vogt*, *Das astronomische Weltbild der Gegenwart*, 26  
 3 *M. Schwarzbach*, *Die Eiszeiten in der Erdgeschichte: Universitas* 1954, Heft 4, 385 ff  
 4 *Die Naturwissenschaften* 1960, Heft 4, 73  
 5 *C. F. von Weizsäcker*, *Zum Weltbild der Physik*, 146 f  
 6 *Die Naturwissenschaften* 1957, Heft 15, 409  
 7 vgl. oben Seite 11 und 62  
 8 *Paneth*, *Das Alter der Eisenmeteoriten: Die Naturwissenschaften* 1954, Heft 5, 99  
 9 *Naturwissenschaftliche Rundschau* 1957, Heft 12, 463  
 10 *Naturwissenschaftliche Rundschau* 1960, Heft 11; *Krejci-Graf*, *Zum Alter der Erde* 425 f  
 11 *E. Finlay-Freundlich*, *Über Rotverschiebungen der Spektrallinien kosmischer Lichtquellen: Forschungen und Fortschritte* 1954, 353  
 12 *Urania* 1957, Heft 5, 182; *Universitas* 1959, Heft 4, 386  
 13 *Physikalische Blätter* 1957, Heft 8, 379; *Die Sterne* 1961, Heft 11/12, 225 f  
 14 *Die Naturwissenschaften* 1961, Heft 11, 420 f  
 15 *Stimmen der Zeit* 1949, 308/9  
 16 *H. Kienle*, *Neue Aspekte der Kosmogenie: Physikalische Blätter* 1956, Heft 2, 55 ff  
 17 *Die Naturwissenschaften* 1960, Heft 4, 74; *Urania* 1957, Heft 4, 154; *F. Hoyle*, *Das grenzenlose All* 180 ff; *Die Sterne* 1961, Heft 7/8, 154; *Burbidge*, *Die Entstehung der Sterne*, Berlin 1960  
 18 *Naturwissenschaftliche Rundschau* 1968, Heft 11, 503; *Die Sterne*, 1968, Heft 9/10, 190 ff

### 4. KAPITEL: DIE BEGEGNUNG VON NATURWISSENSCHAFT UND THEOLOGIE

Seite 75-114

- 1 Seite 162 f  
 2 Seite 75  
 3 Seite 164  
 4 vgl. *E. Ashby*, *Als Wissenschaftler in Rußland*, Göttingen 1949  
 5 *Dr. Reidel-Verlag*, Dordrecht 1960  
 6 Seite 45  
 7 *A. Carell*, *Das Wunder von Lourdes*, 1952  
 8 vgl. die Rektoratsrede von Prof. Hermann Volk, jetzt Bischof von Mainz, vom Juni 1955  
 9 *Summa theol. I.*, quaest. 46 a. 2  
 10 *Einstein und das Weltsystem*, Stuttgart 1956, 151  
 11 *G. Heberer*, *Der Ursprung des Menschen*, 1968, 24  
 12 Band 2, 571  
 13 *Orientierung* vom 15./30. 7. 1968, 159  
 14 *O. Spülbeck*, *Der Christ und das Weltbild der modernen Naturwissenschaften*, Berlin 1962, 223 ff  
 15 *Die Naturwissenschaften* 1959, Heft 1, 1  
 16 Seite 124

### 5. KAPITEL: ZUM STAMMBAUM-PROBLEM DER BIOLOGIE

Seite 115-130

- 1 vgl. oben Seite 108  
 2 *Forschungen und Fortschritte* 1949, 262  
 3 vgl. den Aufsatz von *A. Portmann*: *Universitas* 1949, Heft 9, 1081 und 1950, Heft 4, 361  
 4 Seite 208 ff  
 5 *Universitas* 1961, Heft 2, 173  
 6 *Grundlagen der marxistischen Philosophie*, Berlin 1960, 412  
 7 *Ternus*, *Die Abstammungsfrage heute*, 36  
 8 *A. Portmann*, *Biologische Fragmente*; *O. Spülbeck*, a. a. O. 163 f  
 9 *O. Spülbeck*, a. a. O. 172

## 6. KAPITEL: DER BIOLOGISCH MANIPULIERTE MENSCH

Seite 131-164

- 1 Zunächst einige Literaturangaben:  
Man and his future, London 1963  
P. B. Medawar, Die Zukunft des Menschen, Frankfurt 1962  
R. Kaufmann, Die Menschenmacher. Die Zukunft des Menschen in einer biologisch gesteuerten Welt, Frankfurt 1964  
P. Overhage, Experiment Menschheit – die Steuerung der menschlichen Evolution, Frankfurt 1967  
A. Portmann, Die Hoffnung auf die Vervollkommnung des Menschen in der Sicht der heutigen Naturforschung: Universitas 1963, Heft 9, 921  
Prof. Autrum, Genetische Planung des Menschen: Universitas 1968, Heft 8  
A. Gierer, Die Funktion von DNS und die Theorie der Regulation der Gen-Wirkung: Die Naturwissenschaften 1967, Heft 15/16, 389  
Prof. Wiese, Grenzen und Möglichkeiten wissenschaftlicher Prognosen: Naturwissenschaftliche Rundschau 1967, Heft 7  
Prof. Fuhrmann, Die Regulation der Gen-Aktivität: Naturwissenschaftliche Rundschau 1968, Heft 1, 1 ff  
Prof. Marquardt, Somatische Genetik: Naturwissenschaftliche Rundschau 1968, Heft 2  
K. Burian, Mensch aus der Retorte: Wort und Wahrheit 1967, Heft 6 und 7  
Prof. Degenhardt, Ist der Mensch genetisch manipulierbar?: Stimmen der Zeit 1968, Heft 4  
P. Overhage, Hebung des Intelligenzniveaus: Stimmen der Zeit 1969, Heft 10  
Dr. Erbrich, Leben aus der Retorte: Orientierung 1968, Heft 4 und 6
- 2 R. Kaufmann, a. a. O. 116 f
- 3 Prof. Wiese, a. a. O. 277
- 4 R. Kaufmann, a. a. O. 27
- 5 Man and his future, London 1963, 259
- 6 R. Kaufmann, a. a. O. 31
- 7 R. Kaufmann, a. a. O. 113
- 8 vgl. Universitas 1967, 1071
- 9 Diels, Einführung in die organische Chemie, 160 f
- 10 vgl. Naturwissenschaftliche Rundschau 1967, Heft 6, 230
- 11 Prof. Fuhrmann, a. a. O. 1 ff
- 12 K. Burian, a. a. O. 430 f
- 13 siehe die neuen Versuche von Prof. Kornberg, Nobelpreisträger. Er hat einen Virus-DNS dieses Phagen in vitro synthetisiert. Literatur: Orientierung 1968, Heft 4; Stimmen der Zeit 1968, Heft 6; Prof. Haas, Synthetisches Leben: Wort und Wahrheit 1968, Heft 2, 158
- 14 vgl. Orientierung 1968, Heft 4
- 15 Universitas 1967, Heft 10, 1074
- 16 K. Burian, a. a. O. 429
- 17 Universitas 1967, Heft 10, 1068
- 18 P. B. Medawar, a. a. O. 36, 121; P. Overhage, a. a. O. 162
- 19 Prof. Marquardt, Neuere Ergebnisse der somatischen Genetik: Die Naturwissenschaften 1967, Heft 9, 217
- 20 Prof. Autrum, a. a. O. 787 f
- 21 Stimmen der Zeit 1969, Heft 10, 255
- 22 Physikalische Blätter 1967, Heft 8, 375
- 23 Naturwissenschaftliche Rundschau 1967, Heft 7, 279
- 24 Naturwissenschaftliche Rundschau 1967, Heft 7, 273
- 25 P. B. Medawar, a. a. O. 32 f
- 26 K. Burian, a. a. O. 764
- 27 F. Baade, Der Wettlauf zum Jahre 2000, Berlin 1968, 24
- 28 Naturwissenschaftliche Rundschau 1967, Heft 7, 275
- 29 nach Prof. Colin-Clark in: Man and his future, 761; R. Kaufmann, a. a. O. 37/38
- 30 Naturwissenschaftliche Rundschau 1967, Heft 7, 275
- 31 F. Baade, Wunderwaffen für den Kampf gegen den Hunger: Stimmen der Zeit 1968, Heft 11, 304 ff
- 32 F. Baade, a. a. O. 312
- 33 Orientierung vom 30. Juni 1967

## 7. KAPITEL: EINIGES ZUM SCHÖPFUNGSBERICHT DER BIBEL

Seite 165-179

- 1 Theol. Literaturzeitung, Berlin/Leipzig, 1961, 414 ff; neuere Literatur ist oben Seite 76 f angegeben

2 vgl. oben Seite 102 ff

3 *Augustinus*, *De genesi ad litteram* VI, 12, 20: CSEL 28/I, 185

Wir verweisen an dieser Stelle nochmals auf das Buch von Otto Spülbeck «Der Christ und das Weltbild der modernen Naturwissenschaften», erschienen im Morus-Verlag Berlin, 6. Auflage 1962 (siehe Vorwort).

## INHALT

<i>Vorwort</i> . . . . .	Seite 5
1. KAPITEL: DER ABBAU DER KLASSISCHEN PHYSIK UND DER AUFBAU NEUER BEGRIFFLICHKEITEN . . . . .	7
<i>Klassische Physik</i> . . . . .	9
<i>Atomphysik</i> . . . . .	13
<i>Weltanschauliche Folgerungen</i> . . . . .	17
2. KAPITEL: KAUSALITÄT UND ATOMPHYSIK . . . . .	23
<i>Zum Begriff der Kausalität</i> . . . . .	26
<i>Wahrscheinlichkeit und statistische Methode</i> . . . . .	30
<i>Wahrscheinlichkeiten 2. Ordnung im Widerstreit</i> . . . . .	38
3. KAPITEL: DIE WELT DER STERNE . . . . .	43
<i>Physikalische Zustandsgrößen der Sterne</i> . . . . .	45
<i>Die Stern-Entwicklung</i> . . . . .	49
<i>Das Hertzsprung-Russell-Diagramm und     seine Deutung</i>	
<i>Probleme einer Theorie der Stern-Entstehung</i> . . . . .	53
<i>Das Alter der Welt</i> . . . . .	57
<i>Stern-Entwicklungstheorien</i> . . . . .	64
1. <i>Vorschläge von Gamow, Jordan, Hoyle u. a.</i>	64
2. <i>Atomphysikalische Deutungen</i> . . . . .	66
3. <i>Die kosmologische Frage</i> . . . . .	70

4. KAPITEL: DIE BEGEGNUNG VON NATUR-  
WISSENSCHAFT UND THEOLOGIE . . . . . 75

Die Fragestellung . . . . . 76

Das «wissenschaftliche» Wissen und seine Grenzen . . . . . 82

Religiöser Glaube und seine Grenze . . . . . 88

Der Zusammenhang von Glauben und Wissen . . . . . 92

1. Der Weg der Theodizee . . . . . 92

2. Die Negierung beim Marxismus . . . . . 94

3. Die doppelte Wahrheit . . . . . 95

Abgrenzungen als Wegbereitung für beide  
Wissenschaften . . . . . 97

1. Das Beispiel des Monogenismus . . . . . 97

2. Das Beispiel der astronomischen  
Weltmodelle . . . . . 99

Die Zuordnung als Wegbereitung für beide  
Wissenschaften . . . . . 102

1. Die andere Fragestellung des Theologen . . . . . 102

2. Der Grenzfall des Bios bei der  
Typenentstehung . . . . . 107

Gott als Lückenbüßer der Wissenschaft . . . . . 110

5. KAPITEL: ZUM STAMMBAUM-PROBLEM  
DER BIOLOGIE . . . . . 115

Was ist das Leben? . . . . . 116

Entstehung des Lebens . . . . . 119

Die Entwicklung des Lebens . . . . . 121

Das Stammbaumproblem beim Menschen . . . . . 123

6. KAPITEL: DER BIOLOGISCH MANIPULIERTE  
MENSCH . . . . . 131

Die Fragestellung . . . . . 132

Wie funktioniert das Leben? . . . . . 139

Der Vererbungsvoorgang . . . . . 142

Das Steuerungssystem der Zelle . . . . . 147

Der Eingriff in das genetische Gefüge . . . . . 151

1. Der experimentelle Eingriff . . . . . 151

2. Mutagene Einwirkungen durch Agenzien . . . . . 152

3. Der Eingriff baut auf Extrapolationen auf  
und nicht auf eindeutigen Direkt-  
Erkenntnissen . . . . . 154

4. Regenerationskraft des Lebens macht das  
Risiko des Eingriffs deutlich . . . . . 154

5. Ausmerzungen der Kranken führt zur keim-  
freien Welt, die ihre Gefahren hat . . . . . 156

Soziographische Bemerkungen . . . . . 158

1. Überbevölkerung . . . . . 158

2. Erziehung . . . . . 159

3. Der kulturelle Einfluß . . . . . 162

7. KAPITEL: EINIGES ZUM SCHÖPFUNGS-  
BERICHT DER BIBEL . . . . . 165

Der Text als religiöse Aussage . . . . . 167

Die Durchsprache des Textes . . . . . 169

Zusammenfassender Hinweis . . . . . 179

Anmerkungen . . . . . 181

in gleicher Ausstattung · Reihe «leben und glauben»

JEAN DANIELÉLOU  
DIE ZUKUNFT DER RELIGION

JOSEF A. JUNGSMANN  
CHRISTLICHES BETEN in Wandel und Bestand

ALFONS KIRCHGÄSSNER  
DER MENSCH IM GOTTESDIENST

ALOIS MÜLLER  
KIRCHENREFORM HEUTE

KARL RAHNER  
GLAUBST DU AN GOTT?

EMILE RIDEAU  
TEILHARD DE CHARDIN - JA ODER NEIN?

WOLF ROHRER · mit Einleitung von Ladislaus Boros  
IST DER MENSCH KONSTRUIERBAR?

EUGEN WALTER  
VOM HEILBRINGENDEN GLAUBEN

VERLAG ARS SACRA · MÜNCHEN

Jean Daniélou · Die Zukunft der Religion  
Josef Andreas Jungmann · Christliches Beten  
Alfons Kirchgässner · Der Mensch im Gottesdienst  
Alois Müller · Kirchenreform heute  
Karl Rahner · Glaubst du an Gott?  
Emile Rideau · Teilhard de Chardin - ja oder nein?  
Rohrer/Boros · Ist der Mensch konstruierbar?  
Otto Spülbeck · Grenzfragen  
zwischen Naturwissenschaft und Glaube  
Eugen Walter · Vom heilbringenden Glauben

Ars sacra · Reihe «leben und glauben»