

# *Materialien*

**für den Dienst in der Evangelischen Kirche von Westfalen**

Herausgegeben im Auftrage des Landeskirchenamtes von LKR Karl Heinz Potthast

REIHE A  
Theologie und Verkündigung

HEFT 26

**Eschatologischer Schöpfungsauftrag**

Druck: Robert Bechauf. Bielefeld 1987 – A 26/70

**Eschatologischer Schöpfungsauftrag**

(Werkstattbericht des Arbeitskreises Naturwissenschaft und Theologie)

September 1986

Vorwort

Einleitung

Biblisch-systematische Aspekte zum Zusammenhang  
Eschatologie und Schöpfung W. Keienburg

Thesen I  
Aspekte eines möglichen Welt-Endes  
aus der Sicht eines Physikers Erich A. Schwager

Thesen II  
Gedanken zur Ambivalenz des technischen  
und wirtschaftlichen Fortschritts Joachim Bruch

Thesen III  
Die Gegenwart und Zukunft des arbeitenden  
Menschen als Teilaspekt des Eschatologischen  
Schöpfungsauftrages Wolfgang Laurig

Thesen IV  
Eschatologischer Schöpfungsauftrag und unser  
Zeitverständnis aus theologischer Sicht F. H. Keienburg

„Zeit“ aus physikalischer Sicht K. F. Saur

Thesen V  
Der eschatologische Aspekt des Schöpfungs-  
auftrags in der Konkretion verschiedener  
Fachgebiete W. Meske

Mitarbeiter im Arbeitskreis

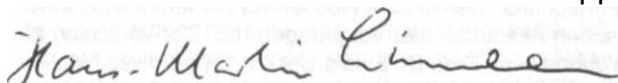
Nachwort

### **Vorwort**

Der Arbeitskreis „Naturwissenschaft und Theologie“ besteht seit 1971. Er wurde seinerzeit einberufen durch die Kirchenleitung aufgrund der Beschlüsse der Westfälischen Landessynode. Naturwissenschaftler und Theologen aus der Praxis und von den Hochschulen nahmen den Dialog wieder auf, der schon 20 Jahre vorher durch die Evangelische Forschungsgemeinschaft, deren Anfänge in Hemmer in Westfalen lagen, begonnen worden war; damals speziell zwischen Physikern und Theologen.

Der Arbeitskreis, der in der Evangelischen Akademie Iserlohn beheimatet ist, hat 1978 einen ersten Werkstattbericht unter dem Thema „Naturwissenschaft und Glaube am Beispiel der Evolution“ veröffentlicht. Der in dieser Schrift vorliegende Ertrag der Gespräche der vergangenen sieben Jahre unter dem Thema „Eschatologischer Schöpfungsauftrag“ soll die Leser teilnehmen lassen an den Gesprächen, die den Graben zwischen Naturwissenschaften und Theologie zwar nicht zuschütten konnten, wohl aber Mut machten, ihn immer wieder zu überschreiten. Weder unsere Sprache noch die Wissenschaft vermag die volle Wirklichkeit der Welt, in der wir leben, ganz zutreffend zu beschreiben. Andererseits wird eine Theologie, die sich den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen verschließt, anstatt sich mit ihnen auseinanderzusetzen, zu einer Verkürzung des Glaubens führen.

Der Bericht soll auch einen Beitrag leisten zum konziliaren Prozeß im Blick auf die Weltversammlung für Frieden, Gerechtigkeit und Schöpfungsbewahrung. Er wird unseren Gemeinden und deren Gruppen als Anregung angeboten.



Präses der Evangelischen Kirche von Westfalen

### **Einleitung**

Der Arbeitskreis „Naturwissenschaft und Theologie“ bedachte, diskutierte und bearbeitete durch mehrere Jahre das Thema „Eschatologischer Schöpfungsauftrag“. Dieser Arbeitstitel, der ausdrücken will, daß Schöpfung nicht nur nicht abgeschlossen ist, sondern daß ein Schöpfungsauftrag vorliegt und ein Ziel darin verborgen sein könnte, das mit Eschatologie zu tun haben könnte, hat sich bis zuletzt als sehr fruchtbar, anregend und faszinierend erwiesen.

„Schöpfung“ und „schaffen“, „Arbeit“ und „arbeiten“ bilden Ausgangspunkte und Zentrum der Gespräche, und in einem weiten Bogen wird das Thema abgehandelt, um über Thesen zur Eschatologie, Aspekte eines möglichen Weltendes, das Zeitverständnis aus theologischer Sicht und aus physikalischer Sicht schließlich wieder zum Thema „Schöpfung und Evolution“ zurückzukehren.

Die Originalbeiträge, die im Lauf der Diskussionen immer wieder gekürzt und auch verbessert wurden, stellen Kurzfassungen dar; die zusammenfassenden bzw. ergänzenden Thesen geben die Gesprächssituation im Arbeitskreis wieder. Wir erhoffen uns auf diese Weise eine schnellere, wenn auch nicht leichtere, Lesbarkeit, und einen unmittelbaren Einstieg in die Problemstellungen ohne langen Anmarschweg. Wo eine Vertiefung oder umfassendere Erläuterung gewünscht wird, können einige umfangreiche Originalbeiträge bei der Evangelischen Akademie in Iserlohn angefordert werden.

Mitten in der Arbeit unseres Kreises verstarb plötzlich und unerwartet unser engagierter Vorsitzender, Dr. rer. nat. Joachim Bruch, im Alter von 59 Jahren. Wir möchten ihm ein Zeichen des Dankes setzen durch die ungekürzte Veröffentlichung seines Vortrages „Gedanken zur Ambivalenz des technischen und wirtschaftlichen Fortschritts“, den er acht Wochen vor seinem Tod bei einer Ta-

gung der Evangelischen Akademie hier vorgetragen hat. Der Vorschlag zu diesem Arbeitsthema stammt von Prof. Dr. Ewald, der bis 1980 aktives Mitglied des Arbeitskreises war; auch ihm ist für manche Anregung zu danken. Auch unserem langjährigen Vorsitzenden Dr. W. Buscher und dem ersten Einberufer unseres Kreises, dem 1982 heimgegangenen OKR Karl Philipps (beide Mitglieder der Leitung der Evangelischen Kirche von Westfalen), sei an dieser Stelle für intensive Mitarbeit herzlich gedankt.

Dr. Wilhelm Kuhlmann  
Vorsitzender

Dr. Fritz H. Keienburg  
Schriftführer

Wilhelm Keienburg

### **Biblisch-systematische Aspekte zum Zusammenhang Eschatologie und Schöpfung**

„Eschatologie“, traditionell als Lehre von den letzten Dingen verstanden, und „Schöpfung“ scheinen auf den ersten Blick nichts miteinander zu tun zu haben. Wenn wir von Schöpfung reden, meinen wir damit auch und gerade die Schöpfungsgeschichten am Anfang der Heiligen Schrift und denken damit in erster Linie an den Anfang von Welt und Geschichte, während uns Eschatologie auf deren Ende hinweist. Schöpfung meint gewissermaßen die „ersten Dinge“, während sich Eschatologie mit den „letzten Dingen“ wie Tod, Gericht und Vollendung befaßt.

Eschatologie hat nun aber, neben der Christologie, der Pneumatologie (der Lehre vom Heiligen Geist), der Ekklesiologie (der Lehre von der Kirche) und anderen theologischen Fachgebieten, seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts mancherlei Wandlungen erfahren, und zwar aufgrund neuer, vertiefender Fragestellungen und weitergehender Erkenntnisse in der Auslegung des Alten und des Neuen Testaments. Biblische Begriffe und Zusammenhänge wurden in ihrer eschatologischen Dimension und Relevanz neu entdeckt. Den neueren Entwürfen in der Eschatologie ist gemeinsam, daß sie die Gegenwartsbedeutung der Aussagen über die „letzten Dinge“ betonen und nicht mehr in objektivierender Distanz „Lehren über etwas“ formulieren.

Der Zusammenhang zur Schöpfung wurde dort deutlich, wo im Alten wie im Neuen Testament von der „Neuen Schöpfung“ die Rede ist, die Gott schafft. Die Aussage in 2. Kor. 5,17 lautet wörtlich übersetzt: „Ist einer in Christus, so gilt: die Neue Schöpfung ist da! Das Alte verging, siehe, Neues ist geworden“. Offensichtlich bezieht sich hier der Apostel Paulus auf alttestamentliche Verheißungen wie die des Propheten Jesaja (Kap. 43,18): „Gedenket nicht an das Frühere und achtet nicht auf das Vorige! Denn, siehe, ich will Neues schaffen!“ „Neues“ (griechisch: kainós) steht hier nicht für das Neue, das doch bald wieder

veraltet (griechisch: néos) wie z.B. ein neuer Mantel, sondern bedeutet eine neue Qualität, die ganz anders ist als das Bisherige. Entsprechenden Gebrauch von dem Wort „neu“ (kainós) macht Jesus in dem „neuen Gebot“, das er seinen Jüngern (Joh. 13,34) gibt - es entspricht dem „neuen Bund“ („kainé diathéke“) - bisher war derartiges noch nicht da.

Eschatologie kann also nicht mehr in distanzierter Form abgehandelt werden; wo sie zum Horizont des Schöpfungsauftrags wird - gerade durch die Rede von der neuen Schöpfung - wird der Zusammenhang erkennbar: 1. Mose 1 und 2 mit dem Auftrag an den Menschen kann also nicht anders als vor dem Hintergrund der Eschatologie richtig wahrgenommen werden. Dabei wird noch näher zu klären sein, wie sich hier Gottes Handeln und menschliches Verhalten bzw. Handeln aufeinander beziehen.

Allerdings stellt sich uns zunächst die Frage, in welchem Sinne der umfassende Begriff Eschatologie hier zu verstehen ist.

Heißt „eschatologisch“ hier: vor einer letzten Instanz?

Oder heißt „eschatologisch“: angesichts des gekommenen und wiederkommenden Herrn im Sinne des Gleichnisses von den anvertrauten Pfunden (Matth. 25,14ff. und Parallelen)?

Oder bedeutet es: in eschatologischer Kraft und Dynamik (2. Kor. 5,17)?

Gewiß müssen bei unseren Überlegungen alle drei Aspekte festgehalten werden und immer wieder durchklingen.

„Im Horizont der Eschatologie“ heißt aber in jedem Fall, daß wir uns die Sicht nicht durch vordergründige Zielsetzungen oder Hindernisse verstellen lassen. Besonders Dietrich Bonhoeffer hat auf die strenge Unterscheidung und die gegenseitige Bezogenheit der Letzten und Vorletzten Dinge ausdrücklich hingewiesen.

Der Bezug der Letzten Dinge auf die Gegenwart wird in seiner herausfordernden Dringlichkeit erkennbar, wenn wir der etymologischen Herleitung von „eschaton“ und „Eschatologie“ nachgehen und dabei auf Jesus Sirach (Kap. 7,40) stoßen:

„In allem, was du tust, bedenke deine letzten Dinge“, „ta eschata sou“. Darin klingt deutlich an, daß die letzten Dinge immer meine/unsere Dinge sind und mich/uns betreffen in dem, was wir heute tun bzw. lassen. Hierin liegt das Gewicht der Eschatologie für die Ethik. Letztlich ist eine theologische Ethik ohne Eschatologie nicht denkbar, denn sie würde im Unverbindlichen bleiben. Unsere letzten Dinge bestehen in der letztgültigen, endgültigen Begegnung mit Gott. Eschatologie ist die Reflexion dieses Sachverhalts. Anders gesagt: Eine eschatologisch geprägte Ethik besagt, daß wir in dieser Welt in Raum und Zeit vor Gott gestellt und durch ihn an diese Welt gewiesen sind. Wir werden von ihm wieder und wieder in Frage gestellt und gefragt, wie wir mit dieser Welt und unsern Mitgeschöpfen umgehen. Darauf verweist uns ein Gleichnis wie Matthäus 25,31 ff (vom letzten Gericht) ebenso wie der Auftrag in den Schöpfungsgeschichten (1. Mose 1 und 2). Es gilt **vor Gott** unsere Mitmenschlichkeit wie auch unsere Mitgeschöpflichkeit zu realisieren, also nicht nur gegenüber

den Mitmenschen, sondern gegenüber der ganzen belebten und unbelebten Natur (Römer 8).

Es geht um das Zusammentreffen nicht der Menschen allgemein mit Gott überhaupt, sondern um unser Zusammentreffen mit diesem Gott, der sich uns in seinem Wort bekundet hat und bekundet.

Wir sind in dieser Welt verborgener Weise vor diesen Gott gestellt. Wir leben sozusagen mit drei Unbekannten:

1. Gott, wie er in seiner unvermittelten unmittelbaren Majestät ist, bleibt uns verborgen.
2. Wir selbst, wie wir vor diesem Gott in dieser Welt eigentlich dastehen, bleiben uns unbekannt.
3. Der Bereich der Letzten Dinge, soweit sie sich mit unseren Kategorien von Raum und Zeit nicht erfassen und fassen lassen, bleibt uns verschlossen - Raum und Zeit bleiben dabei die Bedingungen menschlichen Verstehens.

Trotz dieser Unbekannten läßt sich von den Letzten Dingen etwas aussagen, aber eben nicht aufgrund der uns möglichen Wahrnehmung der jeweiligen Weltsituation - mag sie uns noch so apokalyptisch beeindrucken oder faszinieren, -sondern nur vom Wort Gottes her, das zu uns kommt als richtendes Gesetz und aufrichtendes Evangelium, wobei diese beide in einer eschatologischen Spannung zueinanderstehen. Diese Spannung wird aber nicht einfach aufgehoben, und wir werden durch das Wort Gottes nicht aus der Welt mit ihrer Sünde und Todverfallenheit entrückt, sondern es stellt uns in einen sinnvollen Kampf mit diesen Mächten, es befreit uns zur Weltverantwortung vor Gott. Eschatologie bedeutet auch, daß wir mit dem Gott, der uns angeredet hat in seinem Wort, in Jesus Christus, unvermittelt und unverhüllt zusammentreffen werden. Diese bevorstehende Begegnung mit Gott hat ihre uns heute in unseren Entscheidungen treffende Gewalt. Sie ermöglicht uns, den Schöpfungsauftrag in letztgültiger Verantwortung wahrzunehmen.

Wesentliche Gesichtspunkte in diesen Ausführungen verdankt der Vf. einer Vorlesung von Professor D. Dr. C.-H. Ratschow, Marburg, über „Eschatologie“.

## **Thesen I**

1. Das Thema „Eschatologischer Schöpfungsauftrag“ erscheint befremdlich und widersprüchlich, denn unter Eschatologie versteht man in der klassischen kirchlichen Dogmatik die „Lehre von den letzten Dingen“<sup>1</sup>, während der Schöpfungsauftrag zu den „ersten Dingen“ zu gehören scheint. Dieser Widerspruch erweist sich bei näherer Untersuchung biblischer Aussagen über Eschatologie als ständige und überall da anzutreffende Spannung, wo es um die Begegnung zwischen Gott und Mensch geht. Dieser Widerspruch läßt sich nicht einfach auflösen, sondern muß durchgehalten werden.

2. Im Alten und Neuen Testament ist die Rede vom neuen Himmel und von der neuen Erde, die Gott schafft (Jesaja 43,18; 2. Kor. 5,17). In seiner Aussage „ist einer in Christus, so gilt: Die neue Schöpfung ist da! Das Alte verging, siehe, Neues ist geworden" bezieht sich der Apostel Paulus unverkennbar auf die Verheißung aus dem Propheten Jesaja „Gedenket nicht an das Frühere und achtet nicht auf das Vorige! Denn siehe, ich will Neues schaffen; jetzt wächst es auf, erkennt ihr es denn nicht?" Die Schlüsselbegriffe sind hier „in Christus sein", „Neues", „jetzt" und „erkennen".
3. Dem in seinem ganzen Wesen auf Gott ausgerichteten Menschen, dem Menschen in Christus, wird seine eigene Natur und die ganze Schöpfung transparent. Er erkennt die neue Qualität seines Lebens, die von Gott her auf ihn zukommt. Sie schlägt sich nieder im Jetzt der Erkenntnis „in Christus zu sein", geht aber darin nicht auf, denn andererseits bezeichnet „das Neue" auch den Prozeß selbst.
4. „Neues" ist hier nicht nur allgemein zu verstehen als etwas, das dem Alten entgegengesetzt ist und selbst auch wieder bald veraltet. Das Neue Testament gebraucht in der griechischen Sprache zwei verschiedene Worte für neu: „Neos" = „neu" gegenüber „alt" und „Kainos" = „neu" als qualitativ anders als das Bisherige.
5. In unserem Zusammenhang geht es bei der Eschatologie nicht nur um traditionelle Lehren von Tod, Weltuntergang, Auferstehung, Jüngstem Gericht und ewigem Leben.<sup>1</sup> Wie in anderen Gebieten der Theologie, so wird heute auch in der Eschatologie mehr und mehr erkannt, daß sie sich nicht nur mit einer fernen Zukunft oder Vergangenheit befaßt und nicht nur in objektivierender Distanz Lehrsätze formulieren kann.<sup>2</sup> Eschatologische Aussagen vom neuen Himmel, der neuen Erde und der neuen Schöpfung betreffen uns heute in unserer Arbeit und in unserem Leben.<sup>3</sup>
6. Deshalb kann der Schöpfungsauftrag (1. Mose 1 und 2) heutzutage nicht anders als in letzter Verantwortung, d. h. aus eschatologischer Sicht, wirklich wahrgenommen werden. Dabei sind nach biblischer Aussage nicht wir es, die den neuen Himmel und die neue Erde schaffen; das bedeutet aber nicht, daß wir als Glaubende nicht beteiligt würden. Gott überläßt uns nicht einer gläubigen Passivität. Das Neue, das er gibt, wird an uns schon jetzt wirksam. Wir sollen die neue Schöpfung als Auftrag entdecken. Wir werden befähigt zur Mitarbeit in Richtung auf die Verwirklichung der neuen Schöpfung.

Anmerkung 1): Vgl. Paul Althaus, Die letzten Dinge, 1931 Wolf-Dieter Marsch, Zukunft, 1969 Jürgen Moltmann, Theologie der Hoffnung, 1973

Anmerkung 2): Objektivierende Aussagen werden nach der Infragestellung durch die Physik auch in der Biologie als problematisch angesehen. Vgl. dazu Gerd v. Wahlert „Was Darwin noch nicht wissen konnte"...

Anmerkung 3): Vgl. dazu Thesenreihe S. 37.

## **Aspekte eines möglichen Welt-Endes aus der Sicht eines Physikers**

Das Thema Eschatologischer Schöpfungsauftrag umspannt einen großen Bogen, vom Anbeginn der Welt, bis zu ihrem Ende (s. auch Graphik auf S. 13). Auch das Weltbild der Physik umspannt in der Kosmologie diesen Bogen. D.h., als Physiker kann ich nicht nur, gewissermaßen in der Rückschau, Theorien über die Entstehung des Kosmos aufstellen, sondern auch in der Extrapolation über dessen weitere Entwicklung, bis hin zum mutmaßlichen Ende.

### **1. Anknüpfung an das biblische Verständnis**

Von jeher konzentrierte sich der Blick der Christenheit mehr oder weniger auf das Weltende, als das Kommen des Reiches Gottes. Besonders in Zeiten der Verfolgung bildeten sich - wie auch schon im Judentum - Vorstellungen über diese Endzeit (Apokalyptik), so zum Beispiel in der Offenbarung des Johannes, die in der Zeit der Verfolgung unter Kaiser Domitian (um 96 nach Chr.) entstanden ist. Bis in unsere Zeit herein wurden Bilder der Apokalypse auf jeweils aktuelle Ereignisse übertragen und so das nahe Weltende prophezeit.

Neben diesen Endzeiterwartungen mit ihren Ängsten und Hoffnungen stehen die „Schöpfungsberichte“ mit ihrem „und siehe, es war gut“ und dem Auftrag, den Garten (diese Erde) zu bebauen und zu bewahren, sowie die Zusage nach der Sintflut „es soll nicht aufhören ... Sommer und Winter“ (allerdings auch hier mit der Einschränkung „solange die Erde steht“).

### **2. Anknüpfung an das naturwissenschaftliche Verständnis**

Fast jeder weiß heutzutage, daß unsere Welt nicht „ewig“ bestehen kann: Alles Leben auf der Erde verdanken wir der Sonne und diese ist ein Stern, der irgendwann (in der Größenordnung von zehn Milliarden Jahre) ausbrennen wird. Aber, ob ewig oder eine Zeitspanne, in der wir gar nicht denken können, das ficht uns wenig an. Bedenklicher stimmt uns schon, daß es der Menschheit gelingen könnte, das Ende schon in naher Zukunft herbeizuführen, indem sie diesen „wunderschönen blauen Planeten“<sup>1</sup> unbewohnbar macht.

Wie labil das Gleichgewicht in unserer Biosphäre ist, zeigt das „Waldsterben“, das so rapide ansteigt, daß man fast schon von einem Umkippen sprechen kann. Solche Kippvorgänge sind in Physik und Technik nichts Neues, in der Natur werden sie zunehmend beobachtet, seit wir das biologische Gleichgewicht empfindlich stören.

Ein schnelles Ende können wir unserer Erde bereiten, wenn wir das Arsenal der ABC-Waffen einsetzen; daß es hierzu bei weitem ausreicht, wird von kaum jemand bezweifelt. Man kann die Gedanken daran allerdings opportunistisch ver-harmlosen oder fatalistisch verdrängen.

<sup>1</sup>) Edwin Aldrin am 20. Juli 1969 beim Betreten des Mondes.

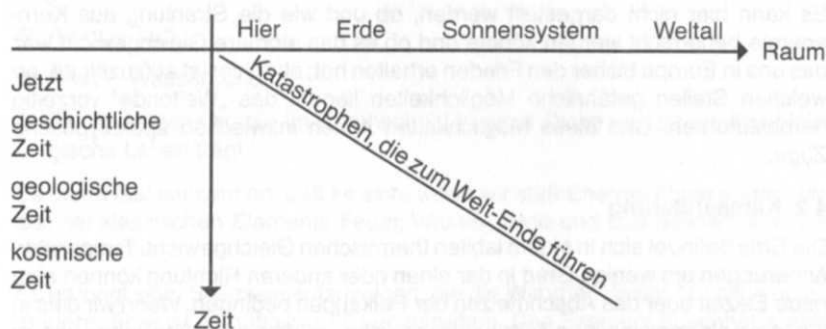


### 3. Versuch einer Ordnung

Mit dem Wandel des Weltbildes hat sich das, was Welt genannt wurde, ständig vergrößert, etwa vom Raum um das Mittelmeer, über die vom Himmel mit den Sternen umgebene Welt - als Scheibe oder Kugel -, und das heliozentrische System, bis hin zum Kosmos, wie wir ihn uns heute vorstellen. Darin ist die Milchstraße, an deren Rand wir in unserem Sonnensystem leben, nur eine der unzählbaren Galaxien, die wir als extragalaktische Nebel mit unseren Fernrohren beobachten.

Ende der Welt hieß zunächst Ende der ganzen (bekannten) Welt. Wir nun unterscheiden zwischen Ende des Lebens auf der Erde, Zerstörung der Erde, etwa bei Aufglühen der Sonne als Nova oder Supernova, was auch Ende des Sonnensystems bedeutet, und schließlich Ende des Weltalls im sogenannten Kältetod oder in einem Kollaps.

Diese Reihe von zunehmender räumlicher Größe ist im natürlichen Ablauf auch eine zeitliche Abfolge. Trägt man die „Katastrophen“ in einem Diagramm gegen Raum und Zeit auf, so ergibt sich vom Jetzt und örtlich begrenzten Ereignissen (Verwüstung durch Krieg oder andere Schäden) ausgehend, eine Weltlinie, die im Koordinatenursprung beginnt und sich mit Raum und Zeit immer weiter von diesem entfernt (s. hierzu auch die Graphik im Anschluß an die zusammenfassenden Thesen).



### 4. Ein halbes Dutzend Möglichkeiten

Im Jetzt haben wir die Hoffnung, daß das „Gleichgewicht des Schreckens“ noch eine Weile anhält und die Politiker in Ost und West vernünftigerweise diese Zeit nützen, das Arsenal der Vernichtungswaffen zu verkleinern.

Daß in kosmischen Zeiträumen die Welt als ganzes einem Ende zustrebt, steht außer Zweifel, auch wenn sich die Naturwissenschaft darüber nur in Extrapolationen ergehen kann, ob etwa das Weltall sich noch ausdehnt oder sich bereits wieder zusammenzieht.

So bleiben immer noch eine Reihe von Möglichkeiten, wie das Leben auf dieser Erde in Zeiträumen, die wir geologische Zeit nennen - vergleichbar mit den Zeiten, in denen sich das Leben auf der Erde entwickelt hat -, verlöschen kann oder wie es in geschichtlicher Zeit oder gar naher Zukunft von uns zum Auslöschen gebracht werden kann. Dies kann auch unbewußt, unbedacht ge-

schehen, zunächst unmerklich, dann aber rapide zunehmend, z. B. durch uns noch unbekannte Folgewirkungen unseres Tuns und deren Akkumulation. So wie wir Warnungen in Bezug auf die Schädigung unserer Wälder jahrelang überhört haben, werden wir vermutlich auch Anzeichen anderer Schädigungen mißachten.

Ich versuche in sechs Stichpunkten aufzuschlüsseln, was sich nicht immer eindeutig trennen läßt, da jedes Ding mit jedem anderen in Beziehung steht.

#### **4.1 Strahlenschädigung**

Kurzweilige (energiereiche) Strahlung schädigt biologische Zellen (Beispiel: Sonnenbrand und Hautkrebs durch ultraviolette Strahlen). Das Leben auf der Erde ist der radioaktiven Umgebungsstrahlung und - neben der Sonnenstrahlung - weiterer kosmischer Strahlung ausgesetzt. „Treffer“ in keimende Zellen können zu Mißbildungen führen und solche in Keimzellen können durch Mutationsauslösung Erbschäden bewirken. Hierfür gibt es keinen unteren Schwellenwert und genau dies macht die Gefährlichkeit jeder Art von Strahlenbelastung aus.

Es kann hier nicht dargestellt werden, ob und wie die Strahlung aus Kernenergie beherrscht werden könnte und ob es das atomare Gleichgewicht war, das uns in Europa bisher den Frieden erhalten hat; aber hier ist aufzuzeigen, an welchen Stellen gefährliche Möglichkeiten liegen, das „Weltende“ vorzeitig herbeizuführen. Und diese Möglichkeiten haben inzwischen apokalyptische Züge.

#### **4.2 Klimaänderung**

Die Erde befindet sich in einem labilen thermischen Gleichgewicht. Temperaturänderungen um wenige Grad in der einen oder anderen Richtung können eine neue Eiszeit oder das Abschmelzen der Polkappen bedingen. Wenn wir dies in kürzeren als geologischen Zeiträumen schaffen, dürften wir Mühe haben uns zu retten.

Wir wissen noch zu wenig über kumulierende oder kompensierende Effekte. Ich nenne deshalb nur Einflußfaktoren, die klimaändernd wirken:

- Unser erhöhter Energieumsatz (Freisetzen von Energie, die in Millionen von Jahren gespeichert wurde, in relativ kurzer Zeit)
- Rodung der Urwälder mit nachfolgender Erosion
- Betonierung der Landschaft durch Straßen und Bauwerke
- Abgabe von Kohlendioxyd, Staub u.a. in die Atmosphäre (Treibhauseffekt oder andere, eventuell auch gegenläufige Effekte).

#### **4.3. Zerstörung der Ozonschicht**

Dies ist eines der wenigen Beispiele, wo die Warnung der Wissenschaftler gewirkt hat: Die schwer abbaubaren Fluorchlorkohlenwasserstoffe, wie sie zum Beispiel als Kältemittel in Kühlanlagen verwendet werden, und die in komplizierter Weise in großen Höhen das Ozon abbauen, werden jetzt weniger eingesetzt (z. B. nicht mehr als Treibmittel in Spraydosen).

Das Ozon schützt uns, durch Absorption der kurzweiligen Ultraviolettstrahlung

vor übermäßiger Schädigung (vgl. 4.1).

Die Gefahr ist aber noch nicht gebannt, denn die Verweildauer von Fluorchlor-kohlenwasserstoffen in der Atmosphäre beträgt wahrscheinlich Jahrzehnte. Außerdem gefährden auch andere Schadstoffe die Ozonschicht. Die Folgewirkungen sind noch weitgehend unerforscht. Denkbar sind:

- Klimaänderungen (Absorption der UV-Strahlung in der Biosphäre)
- biologische Folgeketten aus der Änderung des Sonnenspektrums.

#### **4.4. Ende der Ressourcen**

Die Veröffentlichungen des Club of Rome haben unser Gewissen geschärft. Optimismus ist noch lange nicht am Platz, wenn man beachtet, wovon wir wirklich leben: Nicht nur die Rohstoffe für die Güterproduktion und die Energieträger werden knapp, sondern auch:

- Atem - Luft
- Trink - Wasser und
- die Bodenschicht, die im Durchschnitt in einer Dicke von 30 cm das biologische Leben trägt.

Es mutet fast seltsam an, daß es sich, wenn wir statt Energie Feuer sagen, um die vier klassischen Elemente Feuer, Wasser, Erde und Luft handelt, also um „Alles“!

Es erübrigt sich, Beispiele aufzuzeigen, die die Wahrheit dieser Aussage untermauern. Eher ist es nötig zur Eile anzutreiben. Das Exempel Buschhaus wirkt auf mich sehr frustrierend.

#### **4.5. Magnetfeld und Erddrehung**

Im Vergleich zu dem, was wir schon selber können, braucht uns das, was in geologischer Zeit geschehen wird, kaum zu beunruhigen. Zwei Gegebenheiten, die ein Ende des Lebens auf der Erde bewirken können, seien aber genannt:

**4.5.1** Das Magnetfeld der Erde ist nicht konstant. Es hat sich während der Erdgeschichte schon mehrere Male abgeschwächt, umgepolst und wieder aufgebaut. Die Wechselwirkung des Erdmagnetfeldes mit den auf die Erde einfallenden geladenen Teilchen verhindert, daß diese bis zum Erdboden durchdringen. Wenn, zu Zeiten des Nulldurchganges des Magnetfeldes, dieses Einfangen der geladenen Teilchen nicht geschieht, ist die Menschheit genetisch stark bedroht (vgl. 4.1.).

**4.5.2** Die Drehung der Erde verlangsamt sich durch Reibungskräfte (im wesentlichen Gezeitenreibung). Wenn die Erddrehung zum Stillstand gekommen ist, dürfte auf der Sonnenseite alles versengen, während auf der Schattenseite eisige Kälte herrscht. In der Überganszone könnte sich Leben erhalten, die Anpassungszeit ist genügend groß.

#### **4.6. Überdrehen der Zivilisation**

Die Menschheit hat noch viele Möglichkeiten ihr Dasein zu beenden. Physik und Technik werden ihr diese Möglichkeiten liefern. Ich sage es einmal sehr überspitzt: Die Menschheit kann sich zu Grunde richten als

- Konsumgesellschaft, die sich zu Tode frißt; die solange konsumiert, bis sie nichts mehr hat oder die an den Folgen ihrer Freßsucht zugrunde geht (Herzverfettung, Leberzirrhose, Gicht, Krebs), während ein anderer Teil der Menschheit verhungert.
- Wegwerfgesellschaft, die in ihrem Müll erstickt oder sich damit vergiftet; die so lange alles in die Luft jagt, bis keiner mehr atmen kann oder alles wegschüttet, bis es keinen Tropfen sauberes Wasser mehr gibt; ja selbst an Lärmtaubheit könnte sie zugrunde gehen.
- Freizeitgesellschaft, die sich zu Tode langweilt, die nur noch herumlungert und mangels psychologischer Betreuung, deren Bedarf sie erst heraufbeschwört (durch Berieselung aus Dutzenden von „Kanälen“) seelisch verkümmert, die ausflippt, sich gegenseitig umbringt oder den Frei(zeit)tod wählt, wenn sie nicht vorher schon an Drogen und Alkohol verendet ist. Einige wenige werden sich vielleicht kaputtarbeiten.

## **5. Optimismus/Pessimismus**

Mir ist klar, daß ich nicht bei dieser pessimistischen Einstellung stehen bleiben kann. Ich kann aber als Warner, der die Möglichkeiten eines „Welt-Endes“ aufzeigt, nicht gleichzeitig alles wieder verharmlosend oder abwägend einschränken. Und ich könnte nicht Physiker bleiben, wenn ich nicht wüßte, daß die sogenannten Sachzwänge nicht naturwissenschaftlich-technischer, sondern politisch-ökonomischer Art sind. Meine Hoffnung ist, daß mit Einsicht, Menschenverstand, Phantasie, Mut und Engagement das Schlimmste verhütet und einiges zum Besseren gewendet werden kann. Mein Pessimismus liegt letztlich darin, daß eben doch diese Eigenschaften im politisch-ökonomischen Bereich ganz stark von den dort herrschenden Sachzwängen überwogen werden könnten. Als Christ weiß ich überdies um die Verstrickungen, aus denen wir uns nicht befreien können.

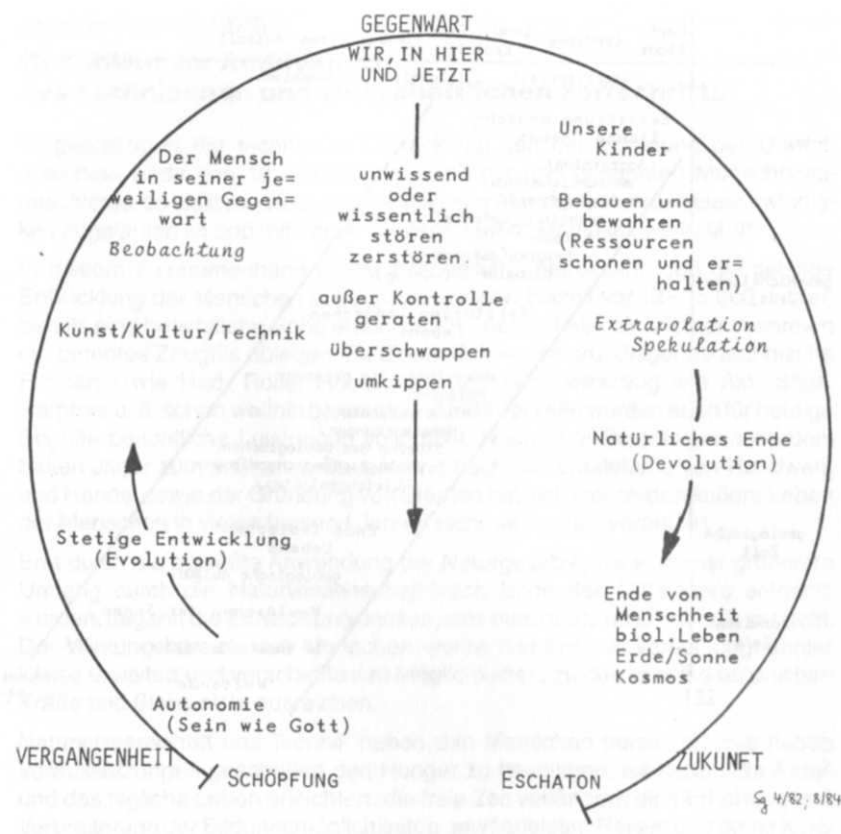
Es bleibt, sehr genau zu prüfen, ob wir nicht schon der Zeit sehr nahe sind, wo Technikfolgen nicht einfach durch noch mehr Technik, sondern wahrscheinlich nur noch durch andere Technik beseitigt werden können. Hierzu bedarf es unseres vollen Einsatzes mit viel Phantasie und Kreativität. Das Ernstnehmen des Schöpfungsauftrages als „Bebauen und Bewahren“ kann uns dabei helfen, daß wir nicht in eine apokalyptische Abfolge geraten, sondern in einer eschatologischen Entwicklung bleiben.

## **Thesen II und Graphiken**

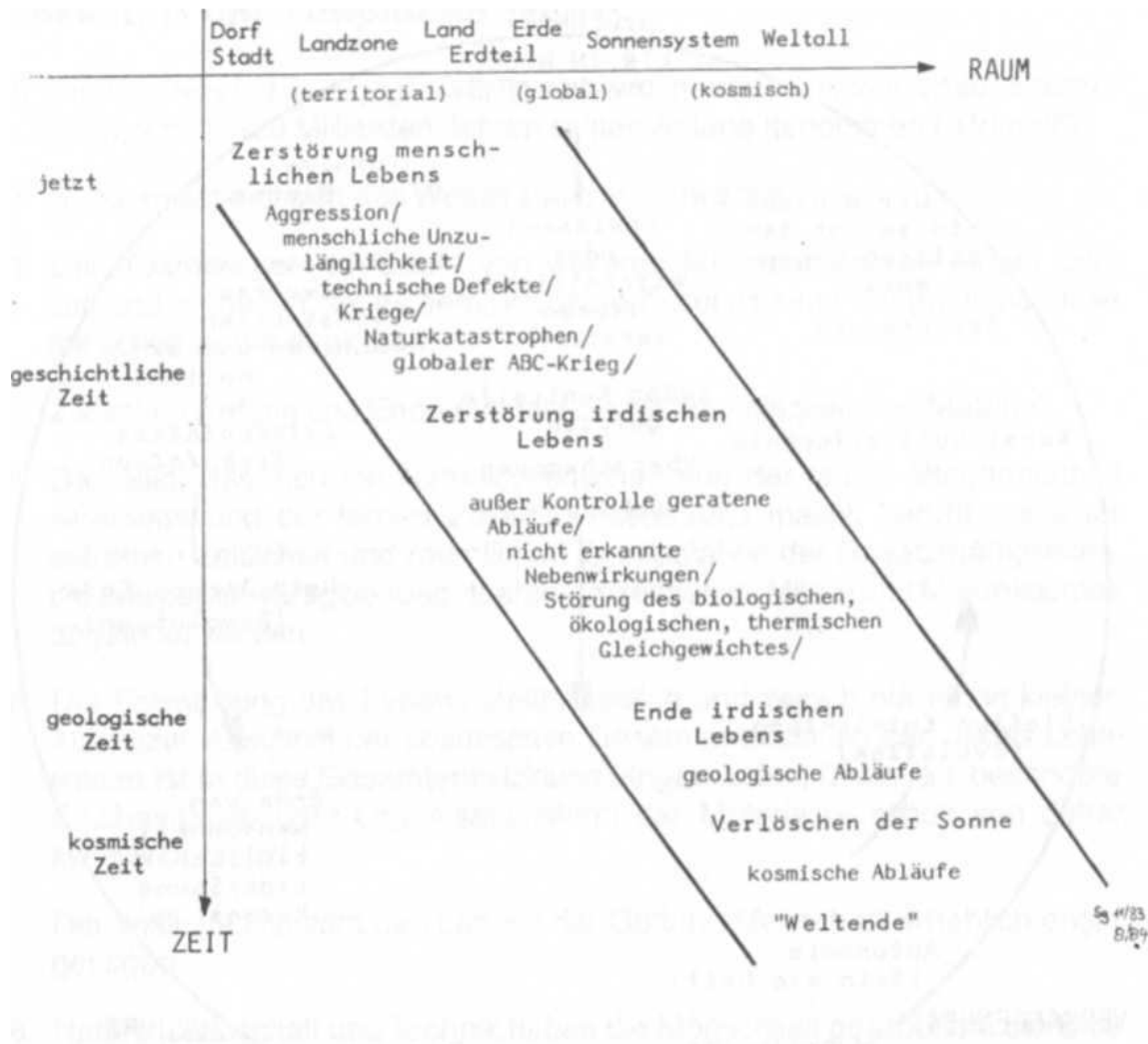
1. Der Kosmos hat, aus gegenwärtig vorherrschender naturwissenschaftlicher Sicht, vor 10-20 Milliarden Jahren seinen Anfang genommen („Urknall“).
2. Seitdem scheint sich das Weltall stetig auszuweiten.
3. Der Kosmos geht im Laufe von weiteren Milliarden Jahren einem End-

zustand entgegen, sei es dem „Wärmetod“, sei es einer Kontraktionsphase mit schließlicher Implosion.

4. Zwischen Anfang und Ende entsteht die Mannigfaltigkeit der „Materie“.
5. Das Bild, das sich die Naturwissenschaft von der fernen Vergangenheit einerseits und der fernen Zukunft andererseits macht, beruht auf einer extremen zeitlichen und räumlichen Extrapolation der Gesetzmäßigkeiten, die aus gegenwärtig beobachtbaren Prozessen im Mikro- und Makrokosmos abgeleitet werden.
6. Die Entwicklung des Lebens stellt räumlich und zeitlich nur einen kleinen Aus- bzw. Abschnitt der kosmischen Gesamtentwicklung dar. Jedes Lebewesen ist in diese Gesamtentwicklung eingebunden. Leben als besondere Erscheinungs- oder Organisationsform der Materie ist schon von daher zeitlich begrenzt.
7. Der zeitliche Horizont des Lebens der Gattung Mensch ist erheblich enger gezogen.
8. Naturwissenschaft und Technik haben die Möglichkeit geschaffen, die Erde früher unbewohnbar zu machen, als es dem kosmischen Ablauf entspricht. (Vgl. auch Graphiken).



Dieser von „Schöpfung“ zu „Eschaton“ reichende Bogen eignet sich als Diskussionsanstoß oder Meditationseinstieg zum Gesamtthema Eschatologischer Schöpfungsauftrag. Abänderungen und Erweiterungen steht nichts im Wege. Ein Kreislauf (Pulsationshypothese) würde allerdings der ursprünglichen Intention zuwider laufen.



In einem Achsensystem ist aufgetragen das Ausmaß der durch Menschen verursachten oder naturbedingten „Katastrophen“ gegen Zeit und Raum. Dabei entstand so etwas wie eine „Weltlinie“, die mit jetzt möglichen Ereignissen im Koordinatenursprung beginnt und sich mit wachsendem Ausmaß der Katastrophe und zunehmender Zeit davon entfernt und einem vorzeitigen oder dem kosmisch bedingten Ende zustrebt.

Joachim Bruch († 1978)

### **Gedanken zur Ambivalenz des technischen und wirtschaftlichen Fortschritts**

Vergleicht man die technische Entwicklung seit der Erfindung der Dampfmaschine Ende des 18. Jahrhunderts mit der uns bekannten Menschheitsgeschichte, so stellt man fest, daß sie mit einer atemberaubenden Geschwindigkeit abgelaufen ist und mit immer größerer Geschwindigkeit weiterläuft. In diesem Zusammenhang ist die Feststellung interessant, daß die geistige Ent-

wicklung der Menschen in der auslaufenden Eiszeit vor 12-15.000 Jahren bereits eine beachtliche Höhe erreicht hatte, wovon Fels- und Höhlenmalereien ein be-  
redtes Zeugnis ablegen. Zu dieser Zeit waren grundlegende technische Elemente  
wie Rad, Rolle, Hebel, Keil und Handwerkzeug wie Axt, Säge, Hammer u. ä.  
schon weithin bekannt, und mit ihrer Hilfe wurden auch für heutige Begriffe  
beachtliche Leistungen vollbracht. Nach dem Schritt vom nomadenhaften Jäger  
zum seßhaften Bauern und nach der Entstehung von Handwerk und Handel so-  
wie der Gründung von Städten hat sich jedoch das äußere Leben der Menschen  
in vielen tausend Jahren nicht wesentlich verändert.

Erst durch die bewußte Anwendung der Naturgesetze, die in immer größerem  
Umfang durch die Naturwissenschaft nach Ende des Mittelalters entdeckt wur-  
den, begann die Entwicklung dessen, was man heute unter Technik versteht.  
Der Wirkungsbereich des Menschen wurde hierdurch in vorher ungeahnter  
Weise erweitert und verschaffte ihm Möglichkeiten, zu denen seine natürlichen  
Kräfte und Sinne nicht ausreichen.

Naturwissenschaft und Technik haben den Menschen bereichert. Sie haben Vo-  
raussetzungen geschaffen den Hunger zu beseitigen, sie haben die Arbeit und  
das tägliche Leben erleichtert, die freie Zeit verlängert, eine Erhöhung und Ver-  
breiterung der Bildungsmöglichkeiten gewährleistet, Reisen und damit Kom-  
munikationen ermöglicht und Strukturen der Gesellschaft veränderungsmöglich  
gemacht, wobei aus einer Klassengesellschaft schon wesentliche Schritte zu ei-  
ner egalitären Gesellschaft gemacht worden sind. Gleichzeitig wurde die middle-  
re Lebenserwartung mehr als verdoppelt. Die Zahl der Freiheitsgrade des Men-  
schen ist mit der Zahl der Möglichkeiten angestiegen.

Parallel zu der stürmischen technischen Entwicklung stieg auch das Pro-Kopf-  
Einkommen. Umgerechnet auf die jetzige Kaufkraft verdient ein Arbeitnehmer  
in der Bundesrepublik heute über 13 mal mehr als vor 100 Jahren. In diesem  
Zeitraum sank die hierfür erforderliche Arbeitszeit fast um die Hälfte. Die Tech-  
nik erwirkte also in den Industrieländern nicht nur mehr Freizeit, sondern auch  
die entsprechenden finanziellen Mittel zur Ausnutzung der dargebotenen Mög-  
lichkeiten.

Diese nur sehr unvollständige Aufzählung möge genügen um zu zeigen, welches  
weite Angebot durch die Technik den menschlichen Lebensraum vergrößert hat  
und wie tiefgreifend die Umwelt des Menschen durch technische Entwicklungen  
verändert worden ist.

Während in der vortechnischen Zeit Religionen und geisteswissenschaftliche  
Bewegungen wie Philosophien die Lebenshaltung und die Lebensweise des  
Menschen beeinflußt haben, prägen nunmehr Naturwissenschaft und Technik in  
immer stärkerem Maß den Lebensstil. Naturwissenschaft und Technik haben  
jedoch eine andere Qualität als Religion und Philosophie; sie sind weithin Aus-  
druck einer materialistischen Haltung.

Diese qualitative Feststellung soll keine Beurteilung bedeuten, da vor allem die  
in Naturwissenschaft und Technik Tätigen geneigt sind, ihren Disziplinen eine  
Wertneutralität gegenüber bestehenden Werten einzuräumen. Diese theoretische  
„an sich“ Wertneutralität beinhaltet jedoch gleichzeitig, daß Naturwissen-

schaft und Technik von politischen Systemen in unterschiedlicher Weise benutzt werden können, z. B. auch in für die menschliche Gesellschaft negativem Sinn. Nach langen Zeiten ungehemmter Entwicklung werden jetzt besonders stark die negativen Einflüsse der Entwicklung sichtbar, und in bestimmten Bereichen erweisen sich schon Grenzen des Fortschritts als Notwendigkeit.

Naturwissenschaft und Technik lassen somit einen ambivalenten Charakter erkennen. Das, was auf der einen Seite die menschliche Gesellschaft wie mit Schwingen von Adlersflügeln emporgetragen hat, droht auf der anderen Seite sie in den Abgrund zu stoßen.

C. F. von Weizsäcker weist jedem Fortschritt eine ihm innewohnende Ambivalenz zu. Mit diesem Begriff bezeichnet er nicht, „daß alles seine guten und schlechten Seiten hat, sondern das Phänomen der sich radikal einstellenden Position. Sie bringt ihre eigene Negation hervor und zerstört sich damit selbst oder mit einem anderen Bild: Man strebt irgend etwas an und stellt fest, daß seine Verwirklichung praktisch das Angestrebte verhindert hat.“

Von dieser Ambivalenz sind auch gesellschaftspolitische Entwicklungen und in diesem Zusammenhang besonders die Verbindung der Technik mit Macht und Machtausübung nicht ausgeschlossen.

Die folgenden Ausführungen, in denen die heutigen Grenzsituationen stärker betont werden, sollen in diesem Sinn von Ambivalenz verstanden sein. Dabei können nur Teilaspekte beleuchtet werden, da die gesamte Problematik äußerst umfangreich und komplex ist und keiner mehr in der Lage ist, sie zu überschauen, geschweige eine Lösung anzubieten.

Schon in der Frühzeit der technischen Entwicklung bildet sich parallel dazu eine Wirtschaftsform, die heute als kapitalistische Wirtschaft bezeichnet wird. Sie machte die Technik immer stärker von sich abhängig, und da für technische Entwicklungen und für den Absatz technischer Produkte fortlaufend mehr Kapital notwendig ist, wird technischer und in gleichem Maße auch naturwissenschaftlicher Fortschritt, soweit er der Wirtschaft in ihrem Gewinnstreben förderlich erscheint, nunmehr fast ausschließlich von der Wirtschaft beherrscht. Darum lassen sich Naturwissenschaft und Technik in ihren Entwicklungen nicht mehr ohne gleichzeitige Berücksichtigung der Wirtschaft betrachten. Privatkapitalistische und staatskapitalistische Wirtschaftsformen lassen dabei in ihren Auswirkungen keine wesentlichen Unterschiede erkennen.

## **Prinzipien oder Regeln wissenschaftlicher und technischer Entwicklung**

Zum Verständnis der aktuellen Situation von Technik und Wirtschaft, ihrem Fortschritt und ihren Schwierigkeiten d. h. auch ihrer Ambivalenz sollen kurz einige Prinzipien und/oder Regeln vorangestellt werden, die man im Zusammenhang mit der Entwicklung feststellen kann. Sie besitzen zum Teil auch allgemeinen Charakter.

### **1. Ebenen und Krisen**



Zur Darstellung der Strukturen wissenschaftlicher Entwicklungen hat Th. S. Kuhn in seinem Buch „The Structure of Scientific Revolution“ den Begriff der „Ebenen und Krisen“ aufgestellt. Damit soll verdeutlicht werden, daß über eine gewisse, oft längere Zeit, keine wissenschaftlich revolutionäre Neuentwicklung eintritt, Ebenen vergleichbar, aber irgendwann - zeitlich und richtungsmäßig unvorhersehbar - etwas Neues entsteht, was in kritische Situationen führt. C. F. von Weizsäcker erweitert diesen Begriff auf die allgemeine Kulturgeschichte.

Vergleichbar damit ist auch die technische Entwicklung. Während über längere Zeiten nur Verbesserungen einer vorhergehenden Entwicklung erfolgen, treten unübersehbar plötzlich im Prinzip neuartige Entwicklungen auf. Sie führen oft zu einer Krise sowohl in einer eingeführten Produktion wie auch in der Einstellung auf neuartige Produkte bis hin in die militärische Waffentechnik.

## **2. Akzeleration**

Die Aufeinanderfolge einzelner Entwicklungen und der damit eintretenden Veränderungen ereignen sich in immer kürzeren zeitlichen Abständen. Die „Ebenen“ werden immer kleiner und die „Krisen“ immer häufiger. Diese Beschleunigung wird auch bei einem Vergleich der Dauer von Kulturepochen und Kunstrichtungen deutlich: was früher Jahrhunderte währte und Gültigkeit hatte, wird heute häufig schon nach einigen Jahren abgelöst. Selbst theologische Lehrmeinungen machen hier keinen Unterschied. Auf technischem Gebiet sei auf die zeitliche Entwicklungsfolge von der Dampfmaschine über den Ottomotor bis zum Strahltriebwerk und Raketenantrieb hingewiesen.

## **3. Ablendung**

Die naturwissenschaftliche Forschung ist heute dadurch gekennzeichnet, daß sie sich ausschließlich und allein auf ihren Forschungsgegenstand konzentriert und alles andere abblendet. Diese Ablendung ist eine zwangsläufige Folge der Fülle der wissenschaftlichen Kenntnisse. Alleine in der Chemie sind heute nahezu eine Million verschiedener Stoffe bekannt. Die Erforschung eines Stoffes oder auch einer Stoffgruppe kann nur mit der Kenntnis einer begrenzten Zahl verwandter Stoffe oder Stoffgruppen erfolgen.

Dadurch erfolgt eine Vernachlässigung der Auswirkungen auf die anderen ausgeblendeten Bereiche und sekundären Effekte bei technischen und industriellen Realisierungen mit Konsequenzen, die nicht vorhersehbar sind.

Ein Beispiel ist die Entwicklung der Atomreaktoren, die zunächst unabhängig von der Frage der Entsorgung erfolgte:

Reaktoren wurden schon gebaut, obwohl die Entwicklung von menschen-sicheren Aufbewahrungsmöglichkeiten des Atommülls noch stark zurückhing.

## **4. Interdependenz**

Alle technischen und naturwissenschaftlichen Entwicklungen können nicht für sich alleine betrachtet werden. Sie sind alle miteinander verflochten. Jede einzelne Entwicklung hat vielfältige Auswirkungen auf andere Gebiete und zieht sekundäre Prozesse nach sich. Diese Folgewirkungen sind kaum überschaubar,

zumal ihre primäre Entwicklung nachdem Prinzip der Abbiendung erfolgte. Als einfaches Beispiel in diesem Zusammenhang steht die Entwicklung des Kraftwagens, die alleine in der Bundesrepublik jährlich mehr als 15.000 Tote erfordert. Eine heute müßige Frage: Wie hätte man sich zu diesem technischen Fortschritt gestellt oder in welcher Richtung wäre er erfolgt in der Kenntnis dieser verheerenden Auswirkungen?

### **Eigengesetzlichkeiten technisch-wirtschaftlicher Entwicklung**

Parallel zu den Schwierigkeiten, die durch diese Prinzipien oder Regeln naturwissenschaftlicher und technischer Entwicklung auftreten, haben sich Eigengesetzlichkeiten im technisch-wirtschaftlichen Bereich herausgebildet, die im vornherein nicht vorhersehbar waren, die nunmehr aber weithin beherrschend geworden sind.

1. Die Technik unterliegt dem **Prinzip der permanenten Weiterentwicklung**. Es ist ein Fortschreiten ohne Anhalten, verbunden mit dauernden Veränderungen, wobei es keine Ruhepausen gibt; diese würden baldigst zum wirtschaftlichen Ruin des technischen Unternehmens führen. Stillstand bedeutet hier nicht nur Rückgang sondern Untergang.
2. Eine weitere wesentliche Eigengesetzlichkeit von Wirtschaft und Technik ist **das expansive System**, wodurch sich Stillstand von selbst ausschließt. Der expansive Prozeß, in dem sich Wirtschaft und Technik bewegen, schließt oft nicht vorausberechenbare Durchbrüche nach der angeführten Weise von Ebenen und Krisen ein.
3. Die laufende Weiterentwicklung und Expansion führt zu einer großen **Labilität des technisch-wirtschaftlichen Systems**. Die immer wieder auftretenden Krisen übertreffen zeitlich teilweise schon die Normalabläufe und führten zu kritischen Situationen, die immer umfangreichere Sicherungsmaßnahmen erfordern.

Obwohl sich durch Anwendung immer neuer Techniken Macht und Möglichkeiten potenzieren, werden jedoch Lösungen für die unterschiedlichen ineinandergreifenden Probleme immer schwieriger. Partikular an einzelnen Problemen angewendete Maßnahmen sind daher oft fragwürdig und ihre Auswirkungen nicht mehr überschaubar. Als Maßnahmen hat die Wirtschaft daher Großkonzerne und Kartelle geschaffen. Sie sind weithin unkontrollierbar und haben sich zu Machtzentren entwickelt, in denen eigene Macht- und Herrschaftsformen regieren. Hierdurch beeinflußt die Wirtschaft gesellschaftliche und politische Wertvorstellungen, ohne demokratisch hierzu bevollmächtigt zu sein.

Die durch Technik ausgelösten Großwirtschaften - repräsentiert durch die Großkonzerne - verfügen über Menschen, einen wesentlichen Teil des Sozialproduktes und bestimmen damit über künftige Investitionen, Arbeitsplätze sowie Produkte und Konsum.

Durch diesen überdimensionalen Einfluß befinden sie über wesentliche Teile der nationalen Politik.

Nicht mehr Regierungen und Parlamente entscheiden über den Lauf der Welt, sondern Technik und Wirtschaft. Sie haben die politische und soziale Sphäre von sich abhängig gemacht und weithin auch die wissenschaftliche Entwicklung über die Finanzierung (Wissenschaft und Kapitalismus = moderne Technik = wirtschaftliche Herrschaft).

Andererseits stehen die Konzerne in Konkurrenz zu anderen Konzernen auf nationaler und internationaler Ebene. Hierdurch können sie nicht mehr alleine bestimmen: ihre Autonomie ist verloren, sie handeln unter Zwängen, die der internationale Macht- und Konkurrenzkampf vorschreibt. Sie handeln oft an den eigenen nationalen Demokratien vorbei. Als Folge dieses Konkurrenzkampfes stehen Wirtschaft und Industrie unter dem Zwang der Gewinnmaximierung. Bei diesem System werden quantitative Aspekte vorrangig behandelt gegenüber qualitativen, die auf den Menschen ausgerichtet sind.

Die „Regeln der Marktwirtschaft“, das wirtschaftliche Glaubensbekenntnis vieler Wirtschaftler und der meisten unserer Politiker, geboren durch den Glauben an die Freiheit des Menschen, sind innerhalb dieses Machtkampfes praktisch außer Kraft gesetzt. Sie ergeben auch nicht automatisch die Lösung unserer Wirtschaftsprobleme, wie man das erwartet.

Die von der liberalen Wirtschaft über dieses System angestrebte Individualität und Freiheit des Menschen wurde nicht nur nicht erreicht, sondern die industrielle Produktion macht den Menschen in seiner Lebenssituation abhängig und beeinflusst die gesamte Weltsituation.

In der Zukunft wird außerdem noch das Problem der Arbeitslosigkeit einen immer größeren Stellenwert einnehmen. Das Eingebundensein in einen weltweiten Konkurrenzkampf zwingt die Unternehmen zu immer höherer Rationalisierung, um die Lohnkosten zu senken. Die Gewinne und auch staatlichen Hilfen werden immer mehr hierzu eingesetzt, wodurch die Zahl der Arbeitslosen unaufhaltsam zunimmt. Als Tendenz für die künftige technische Entwicklung ergibt sich, daß immer mehr Produkte durch immer weniger Menschen hergestellt werden. Die aktuellen Auseinandersetzungen in der Druckindustrie geben diese Situation sehr real wieder.

## **Anthropologische und gesellschaftliche Aspekte**

### **Historische Entwicklung**

Parallel zur Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und dadurch verursacht stieg die Bevölkerung - zunächst in den sich entwickelnden Ländern - in bisher unbekanntem Ausmaß. Sowohl für deren Lebensunterhalt zu sorgen wie auch Arbeitsplätze zu schaffen war das Verdienst der sich entwickelnden Technik und Wirtschaft, da sonst weder eine ausreichende Versorgung mit Konsumgütern noch die Möglichkeit zu ihrem Erwerb für die fast exponentiell wachsende Menschenmenge gegeben war.

Die entstehende Industrie forderte jedoch die Menschen in einer nicht vorhersehbaren Art und Weise.

Die technische Produktion benötigte von Anbeginn Menschen in einer bis dahin nicht bekannten Umwelt. Während vorher die Beschäftigung im Haus oder dessen Umkreis erfolgte - dies galt für alle Stände wie Bauern, Handwerker und Kaufleute - trat durch den Bau besonderer Produktionsstätten, den Fabriken, eine Trennung von Heim und Arbeitswelt ein. Den weitaus längsten Teil des Tages sind die Arbeitenden von Haus und Familie getrennt. Beim Verlassen des Heimes verschwindet der arbeitende Familienangehörige für die Daheimbleibenden meist wie in einem Nebel. Weder die Arbeit, noch der Arbeitsraum und weitgehend auch die ihn dort umgebenden Menschen sind bekannt.

Auch die Art der industriellen Arbeit unterschied sich grundlegend von der bis dahin von Menschen durchgeführten Arbeit, die immer eine Gesamtheit umfaßte, sei es die Herstellung eines handwerklichen Produktes oder der bäuerliche Ablauf vom Säen bis zur Ernte. Nunmehr besteht die Arbeit nur aus Teilbereichen einer Gesamtheit, wobei vorhergehende und nachfolgende Abläufe oft wenig oder nicht bekannt sind.

Durch diese geänderten Verhältnisse trat eine Entfremdung gegenüber der Arbeit ein, die sich auch auf andere Lebensbereiche übertrug. Diese Entfremdung verstärkte sich noch dadurch, daß die Leistungen von Technik und Wirtschaft mit einem Lebensstandard der Arbeiter verbunden waren, der am Rand des Existenzminimums lag, die offiziellen Institutionen wie Staat und Kirche, bei denen diese Menschen sich bisher geborgen fühlten, die in der Industrie Arbeitenden in ihren Problemen und speziellen Mißständen jedoch allein ließen.

### **Einfluß und Zielsetzung von Technik und Wirtschaft**

Die mit Beginn der Industrialisierung eintretende Entfremdung ist auch heute nicht überwunden. Technik und Wirtschaft als Träger der Industrie waren von sich aus nicht in der Lage dem arbeitenden Menschen an dieser Steife wesentliche Hilfe zu geben, da sie aus ihrem Selbstverständnis heraus eine andere Zielsetzung haben.

Konfrontiert man ihre Ziele mit dem Menschen und seiner Gesellschaft, kann man sie in diesem Sinne als wesentlich fremdbestimmt ansehen.

Welchen Einfluß haben Technik und Wirtschaft ausgeübt und welche Zielvorstellungen beherrschen sie?

Während die frühere menschliche Gesellschaft und ihre Welt als eine „naturmäßig gewachsene“ aufgefaßt werden konnte, muß man die heutige als eine von der Technik „produzierte“ Gesellschaft und Welt ansehen, in der der Mensch durch die ständige Beeinflussung fast auch zum Produkt geworden ist. Damit hängt dann auch unmittelbar zusammen, daß der Mensch nur noch nach seiner Leistung beurteilt, eingestuft und entlohnt wird und weitere Aufwendungen nur nach den zu erwartenden Erträgen bemessen werden.

Als Produkt ist er in den Kreislauf von Produktion und Verbrauch eingeordnet. Dabei ist eine Verbrauchermentalität entstanden, die in das allgemeine Gefühl übergeht, daß keine Werte von Dauer mehr gültig sind. Was gestern war, hat heute nur mehr Sammlerwert. Letztlich verliert alles seinen Sinngehalt durch die laufende Entwertung des jetzt Benutzten und Brauchbaren durch das Neue. Ein-

flüsse auf menschliche Bezüge und Einstellungen gegenüber dem Religiösen sind heute schon unverkennbar.

Der vom Humanen geprägte Wille des Menschen erweist sich in diesen Bereichen nicht mehr als Kriterium für die Weichenstellung.

Entwicklung, Produktion und Fortschritt sind teilweise irrational geworden und verletzen im Extremfall die menschliche Existenz selbst.

Dieser irrationale Zug manifestiert sich in der Technik und Wirtschaft besonders dadurch, daß nicht mehr der Mensch Ziel der Produktion und Entwicklung ist. Er wird nur noch als Mittel benutzt, um die Ziele der Produktion und Entwicklung zu erreichen. Der Zusammenhang von Mittel und Ziel wird zwar rational begründet; solange jedoch nur Größen wie Entwicklung, Fortschritt, Produktion und Wirtschaftswachstum angestrebt werden, nicht aber der Mensch als Ziel aller Bestrebungen im Mittelpunkt steht, ist das Ziel irrational.

Diese Größen sind dadurch fragwürdig geworden, und es ist dringend erforderlich, daß sich die quantitativen gewinnorientierten Abläufe qualitativen Fragestellungen unterordnen: Soziale Gerechtigkeit, Dritte Welt, Lebensqualität, Freiheit von Konsumzwang, Aufhebung der Entfremdung.

### **Bedeutung der Gewerkschaftsbewegung**

Ohne auf die bedeutende Geschichte der Arbeiterbewegung einzugehen, muß jedoch im Zusammenhang mit der Industriegesellschaft von der überragenden Bedeutung der Gewerkschaften gesprochen werden.

Wenngleich auch in den Gewerkschaftsbewegungen Macht und Machtausübung eine wesentliche Rolle spielen und gegenüber der Macht der Großindustrie und den Konzernen auch gerechtfertigt sind, so haben die anthropologischen Ausrichtungen mit Abstand eine vorrangige Bedeutung. Der gerechte Anteil am Gewinn, eines der Hauptziele, ist dabei völlig legal, um dem lohnabhängigen Menschen eine der Grundlagen zu geben, ein menschenwürdiges Leben zu führen. Arbeitszeit- und Urlaubsregelungen, soziale Einrichtungen in den Industriebetrieben und vieles mehr sind im wesentlichen dem Wirken der Gewerkschaften zu verdanken. Die Mitbestimmung in den großen Betrieben hat den Gewerkschaften in der Bundesrepublik Deutschland darüberhinaus eine bedeutende Möglichkeit eines unmittelbaren Einflusses auf die Situation der Beschäftigten in der Industrie, gleichzeitig aber auch eine betriebliche Mitverantwortung gegeben.

Dem nur auf Produktion, Wachstum und Gewinn orientierten Industriekonzernen steht damit eine zuerst auf den Menschen bezogene Organisation gegenüber, die für den überwiegenden Teil der Bevölkerung in den Industrienationen eine materielle Basis errungen hat, wie es ein Ziel der Sozialisten war. Wie weit die Kritik an der Form und den Auswirkungen der Industriegesellschaft für die Gewerkschaften ebenfalls relevant ist und überhaupt sein kann, ist eine andere Frage.

Vor allem durch die Mitbestimmung sind die Gewerkschaften in das herrschende Wirtschaftssystem integriert und identifizieren sich auch weithin mit ihm.

Diese Ambivalenz des gewerkschaftlichen Verhaltens besteht darin, daß sich Kapitalvertreter und Arbeitnehmervertreter nicht mehr nur in einem Gleichgewicht von Machtvertretung gegenüberstehen, sondern das Ziel der kapitalistischen Wirtschaft, nämlich fortlaufendes Wirtschaftswachstum mit der Unterordnung aller hierzu erforderlichen Faktoren ohne Rücksicht auf lebens- und überlebensnotwendige Bereiche, beidseitig auf vielfache Weise verstärken. Hierzu zählt auf gewerkschaftlicher Seite die Beschwörung der nur einseitig aufgefaßten Gefahr der Arbeitslosigkeit, d. h. die Forderung von Wirtschaftswachstum zu ihrer Behebung oder auch der dauernde Anspruch auf Lohnerhöhung. Die gemeinsamen Interessen und Ziele sowie gegenseitige Rücksichtnahmen werden in den Aufsichtsräten weithin verfolgt. Bei diesen Institutionen, die eine Kontrollfunktion ausüben sollen, wiegt besonders gravierend, daß ein großer Teil unserer Volksvertreter bis zu Ministern in ihnen vertreten sind. Maßnahmen des Gesetzgebers werden dadurch häufig paralytisch. Diese Verflechtung von Interessen wurde bei der Diskussion um die Kernkraftwerke schlaglichtartig offenbar.

Die aktuellen sozialen und politischen Strukturen besitzen nicht mehr die Fähigkeit, zukunftsorientierte Notwendigkeiten auch nur einzuleiten, wenn sie den technisch-wirtschaftlichen Eigengesetzlichkeiten entgegenstehen bzw. deren Herrschaftssystem stören.

Wesentlich ist auch eine Frage nach den Zielvorstellungen für die Humanisierung von Technik und Wirtschaft, die weit über rein materielle Ziele in den Bereich der Ethik hineingehen. Die heutige Gesellschaft ist noch weit entfernt, eine gemeinsame Basis für anzustrebende Werte zu finden, aber ein Engagement der Gewerkschaften wäre auf der Grundlage ihrer gesellschaftspolitischen Bedeutung unabdingbar.

### **Einstellung von Technik und Wirtschaft gegenüber den Entwicklungsländern**

Der enge Zusammenhang in dieser Welt, der durch die technischen Mittel der Kommunikation und des Verkehr geschaffen wurde, zwingt in diesem Zusammenhang, auch die Frage des Einflusses von Technik und Wirtschaft auf die Entwicklungsländer zu stellen. Ohne Zweifel hat unsere Industriegesellschaft eine Anziehungskraft bis in den letzten Kraal (wie weit auch auf eine der ältesten Großkulturen wie China ist noch nicht abzusehen); von daher ist eines der größten politischen Weltprobleme erzeugt worden: der Gegensatz Nord zu Süd. Die Entwicklungsländer geraten in eine immer größere Abhängigkeit gegenüber den Industrieländern. Ihre Verschuldung nimmt immer stärker zu, und es ist abzusehen, daß diese Last von den meisten Ländern nie abgetragen werden kann. Die Darlehen des internationalen Währungsfonds, deren Bedingungen mehr zugunsten der wirtschaftlich starken als der schwachen Länder aufgestellt wurden, reichen meist nur zur Zahlung der Zinsen. Von den Investitionen in der Form von Industrien profitieren 10 bis maximal 30% der Bevölkerung in diesen Ländern, wodurch eine neue Klassengesellschaft entsteht. Anstelle von arbeitsintensiven Technologien zur Beschäftigung großer Bevölkerungsteile werden kapitalintensive d. h. gleichzeitig stark rationalisierte Industrien gebaut. Durch

die Anlegung von Monokulturen werden die Entwicklungsländer von Preis- und Verbrauchsschwankungen abhängig, gleichzeitig werden sie dadurch teilweise zu Lebensmittelimporten gezwungen, die der arme Bevölkerungsteil nicht bezahlen kann.

Die großen Schwierigkeiten, die die Industrialisierung mit sich bringt mit allem Negativen von Wirtschaft und Technik, überfallen die Entwicklungsländer zu einem Zeitpunkt, in dem die Völker noch völlig unvorbereitet sind. Trotz der Entwicklungshilfe durch die Industrienationen sind die durchgeführten Entwicklungen daher nicht in der Lage, diesen Ländern bei ihren Problemen wirksame Hilfe zu leisten.

### **Der verwaltete Mensch**

Im Folgenden soll noch ein anthropologischer Bezug betrachtet werden, der den in Wirtschaft und Industrie Arbeitenden unmittelbar berührt, nämlich das Herrschaftssystem in Verwaltungsapparaturen und Produktionsstätten. Hinter ihren Türen und Toren wird hierarchisch regiert, und demokratische Formen sind stark unterentwickelt, soweit dadurch wirtschaftliche Machtinteressen berührt werden könnten. Es besteht in höchstem Maße Entfremdung, da der Mensch in seiner Existenz reduziert ist auf die fremdbestimmte Produktion.

Der für die Personalangelegenheiten zuständige Teil wird fast nur noch zu Regungs- und Verwaltungsfunktionen eingesetzt, die eine Entpersönlichung und damit eine Funktionalisierung zur Folge haben. Damit setzt sich **der** Sektor eines Werkes, der für den Menschen konzipiert ist, in den Funktionalismus der ökonomischen Mechanik ein, wo der Mensch nach den Prinzipien der Leistungen und seiner Angepaßtheit (Leistungsbeurteilung) behandelt wird; der Mensch steht als Mittel in einer Beziehung, die nur das Verhältnis von Aufwand zu Ertrag kennt.

Persönliche Relationen werden bewußt vernachlässigt oder unterdrückt. Die Aufgabe der unmittelbaren Vorgesetzten wird reduziert auf Arbeitsplanung, Anweisung und Überwachung der Arbeit: alle personalen Vorgänge, die dabei die Beziehung zum Mitmenschen betonen könnten, werden mehr und mehr abgebaut.

Personalfunktionäre erscheinen bei wesentlichen Abschnitten des Arbeitslebens wie Jubiläen, Beendigung durch Pensionierung usw. Festlegung der Bezüge behält sich die Personalbürokratie vor. Die Entfremdung wächst in potenzierte Form durch die Herrschaft einer mehr oder weniger anonymen Bürokratie, wobei Bürokratismus oft gleichzeitig ein Rückschritt in absolutistische Herrschaftsformen bedeutet.

### **Notwendigkeit einer Umgestaltung**

Diese wenigen sehr vereinfacht dargestellten Problemkreise zeigen, daß sowohl personenhaft bezogene wie auch gesellschaftspolitische Entscheidungen unter dem beherrschenden Einfluß der ökonomischen Technik stehen, die den Ablauf unserer Wirtschaft bestimmt. Die Fragen des Wirtschaftswachstums, das als

unerlässlich angesehen wird und mit der Konstitution unserer Wirtschaft unlösbar verbunden ist, verhindert bisher jegliche grundlegende Besinnung auf die echten Erfordernisse unserer Gesellschaft. Solange die Politik unter dem Druck steht, d. h. solange Wirtschaft unsere Politik bestimmt und nicht umgekehrt, kann hier nicht wesentliches erreicht werden.

Diese Probleme der technischen Welt (Welternährung, Zunahme der Weltbevölkerung, Arbeitslosigkeit, Bedrohung durch Umweltverschmutzung, Rohstoffverknappung, Entfremdung usw.) lassen sich heute nicht mehr in kleinem Rahmen z. B. national lösen, sondern erfordern eine globale Strategie und Übereinkunft.

Dies ist umso notwendiger, als auch viele früher vereinzelt aufgetretene Probleme heute zu globalen Problemen angewachsen sind. Es scheint jedoch, daß die Notwendigkeit der Lösung dieser Probleme bisher nur gering erkannt worden ist, oder aber die Schwierigkeiten als so groß angesehen werden, daß keiner daranzugehen wagt.

Bezeichnend ist die Tatsache, daß Technik und Wirtschaft oft nicht einmal mehr ihrer eigenen Schwierigkeiten Herr werden. Während einerseits zugegeben wird, daß man sich an strukturelle und konjunkturelle Schwächen nicht mehr entsprechend anpassen kann, Situationen, die eben durch diese Technik und diese Wirtschaftsform verursacht sind, und nach stützenden Maßnahmen ruft, wie sie für die Stahl- und Textilindustrie der Europäischen Gemeinschaft als Davignon-Pläne z. Z. schon angewendet werden, macht man andererseits für die Wirtschaftsmisere wesentlich die Soziallasten, die ertragsunabhängigen Steuern, die arbeitsplatzsichernden staatlichen Subventionen und vor allem auch das gesellschaftspolitische Klima verantwortlich.

Trotz immer stärker zu Tage tretender eigener Unfähigkeit gegenüber weltweiten Marktsituationen beschwört man marktwirtschaftliche Steuermechanismen und die Entscheidungsautonomie der Unternehmen. Gleichzeitig wird auf die Verunsicherung hingewiesen, die durch Unternehmens- und marktwirtschaftsfeindliche Einstellung weiter Kreise unserer Gesellschaft hervorgerufen wird.

Eine wesentliche Frage ist dabei, ob in unseren technischen und wirtschaftlichen Systemen, die in ihrer Ausprägung durch unsere gesellschaftspolitische Einstellung bedingt sind, überhaupt die Möglichkeiten einer notwendigen grundlegenden Umgestaltung vorhanden sind. Das privatkapitalistische System unterscheidet sich auch bei dieser Betrachtung wohl kaum von der Praxis des staatskapitalistischen Systems.

Diese Frage ist umso dringlicher zu stellen, wenn von berufener Stelle unserer Technik und Wirtschaft Überlegungen von anderer Seite zu „Prioritäten der Lebensqualität“ als Verzerrung und Verfälschung der Vorstellungen über wirtschaftliche Zusammenhänge in der Öffentlichkeit hingestellt werden, die an den Realitäten vorbeigehen. Muß man hieraus nicht ableiten, daß wirtschaftliche Realitäten und die Realität grundlegender menschlicher Forderungen nach Lebensqualität in diesem System nicht mehr übereinstimmen?

Im Blick auf eine Umgestaltung sind andererseits die grundsätzlichen Eigenarten



unserer naturwissenschaftlich-technisch-wirtschaftlichen Entwicklung, ihre Regeln und Eigengesetzlichkeiten in Rechnung zu stellen, die jede notwendige Planung unvorhersehbar beeinträchtigen können. Eine Revolution zur Änderung der Verhältnisse ist unter Berücksichtigung der historischen Erkenntnisse nicht anzustreben.

Es muß also ein sehr flexibles System der Planung ausgearbeitet und angewendet werden, das gleichzeitig sehr pragmatisch ist. Hierzu sind Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Politik gemeinsam aufgerufen.

### **Ethische Zielvorstellungen als Voraussetzung einer Umgestaltung**

Bei allem notwendigen Pragmatismus wird sich aber die Frage nach den Zielvorstellungen nicht umgehen lassen. Diese Frage muß sich wesentlich mit dem Verhältnis zwischen dem Einzelindividuum und der Gesellschaft und beider Verantwortung befassen. Es handelt sich also um die Frage nach einer Ethik. Ethik läßt sich definieren als sittliches Wollen und Handeln des Menschen in verschiedenen Lebenssituationen, gegründet auf allgemeingültige Normen und Maximen für die Lebensführung, die sich aus der Verantwortung gegenüber anderen herleiten.

Diese Normen und Maximen differieren in den verschiedenen Kulturkreisen und änderten sich mit der jeweiligen Zeit. Auch lag der Akzent einmal mehr auf dem einzelnen Menschen mit Betonung seiner Privatsphäre, ein anderes Mal stärker auf seinem gesellschaftspolitischen Engagement.

Man wird natürlich zu völlig unterschiedlichen Auffassungen kommen, ob man den Menschen ansieht als manipulierbar und machbar, machbar bis hin zu biologischen Eingriffen, die ihn in seiner individuellen Ausprägung beeinflussen, wie heute durchaus vorstellbar, oder ob die Ethik auf einer Anthropologie basiert, die durch den Glauben an einen Schöpfer und eine Offenbarung ausgerichtet ist. Da sich bekanntlich der Sozialismus vorrangig mit der Lösung der aufgeworfenen gesellschaftspolitischen Probleme beschäftigt, muß in diesem Kontext darauf hingewiesen werden, daß der Unterschied zwischen materialistischer und religiöser Anthropologie nicht auch ein Unterschied zwischen sozialistischer und religiöser Ethik bedeuten muß.

Die materialistischen Anschauungen entstanden in einer Zeit, als naturwissenschaftliche und technische Evolution dem Menschen den Eindruck einer grenzenlosen Welt vermittelten. Diese Illusion verschwindet zunehmend mit den durch die naturwissenschaftliche und technische Entwicklung sichtbar werden den Grenzen; dem Menschen wird wieder seine Endlichkeit bewußt. Damit wird ein Freiraum für die Möglichkeiten einer Bewußtseinswandlung geschaffen, die erforderlich ist, um Forschung, Technik und Wirtschaft in ihrer weiteren Entwicklung wieder in den Dienst für den Menschen zu stellen. Das christliche Abendland war der einzige Kulturkreis, in dem die schöpferischen Fähigkeiten des Menschen zu dieser außerordentlichen naturwissenschaftlichen und technischen Entwicklung geführt haben, die nun die gesamte Erde prägen. Es verwirklichte sich hier in besonderem Maße die in der biblischen Schöpfungsgeschichte ausgesprochene Aufforderung, sich die Erde Untertan zu machen bis hin zur

Hybris des Menschen. Die gleiche Schöpfungsgeschichte, die den Menschen zu einem Teil in das Heute geführt hat, könnte neu interpretiert an einem Wandel des Bewußtseins mitwirken.

Dadurch sollte dem Menschen sein Eingefügtsein im gesamten Schöpfungsakt bewußt werden und damit die Rolle, die er als Geschöpf und Mitgeschöpf spielt ebenso wie seine Grenzen und seine Endlichkeit. Indem der Mensch stärker in seiner Mitgeschöpflichkeit betont wird, d. h. als ein Teil der Schöpfung, wird er voll in die unmittelbare Verantwortung für die von ihm vollzogenen Entwicklungen gezogen.

Auch das besonders im Neuen Testament herausgestellte Gebot der Liebe wäre dann nicht mehr nur auf Mitmenschlichkeit sondern in Anwendung auf die ganze Schöpfung zu interpretieren.

In einer weltumfassenden Schau weist Carl Friedrich von Weizsäcker darauf hin, daß die großen Religionen bei allen Unterschieden der Ausprägung zweierlei gemeinsam haben: eine universalistische Ethik, die als soziale Gerechtigkeit verstanden wird und die meditative Erfahrung, die heute zum Sehnsuchtsziel gerade junger Intellektueller in der ganzen Welt geworden sei. Was sich hier eröffne, sei eine Bewußtseinskonsequenz des naturwissenschaftlich-technischen Zeitalters, die schon in ein anderes Zeitalter hinüberwiese. Sowohl der abendländisch-christliche wie auch der weltweite religionsphilosophische Ansatz zu einer neuen Ethik könnten helfen, die Denkweise des Menschen dahin zu beeinflussen, daß er in seinem Menschsein wieder voll gültig wird und dann in Zukunft auch bleibt.

E. A. Schwager

### **Thesen III**

1. Die Erde untertan machen (Gen. 1,28) und den Garten bebauen und bewahren oder bewachen (Gen. 2,15) geschieht über systematische Erforschung (Namen geben, Gen. 2,20) und mit Hilfe der Technik. Jedenfalls ist ohne Hilfsmittel ein Bebauen nicht denkbar. Sachverstand und Technik bedingen sich wechselseitig und Schöpfungsauftrag und Technik bedingen sich ebenso. Die Technik wird genutzt und akzeptiert spätestens seit dem Übergang vom Jäger und Sammler zum seßhaften Ackerbauer.
2. Von allem Anfang an greift der Mensch in die Natur ein. - Im Verhältnis zu dem, was wir heutzutage tun, besteht nicht ein prinzipieller Unterschied, sondern ein gradueller. Es geht also im Prinzip darum, daß die Selbstheilungskräfte der Natur nicht mehr ausreichen, die durch den Menschen bewirkten Veränderungen mit ihren Wirkungen und Nebenwirkungen auszuheilen.

Wir erkennen inzwischen, daß unsere Erde sich in einem Gleichgewicht befindet, das wir eher als labil, denn als stabil bezeichnen müssen.

Daß die Technik und ihre unbegrenzte Anwendung auch Nebeneffekte hat, die das Gleichgewicht der Natur stören, kommt erst in den Blick, seit diese

Störungen augenfällig werden. Immer mehr wird bewußt, daß deshalb technischer Fortschritt nicht mehr nur an der Optimierung (Ausbeute, Wirkungsgrad) einzelner technischer Prozesse, Objekte oder Produkte gemessen werden kann.

3. Technik und ihre Ergebnisse sind ambivalent. Sie zur Zerstörung von Leben und Umwelt anzuwenden ist Werk des Menschen. Daß allerdings Nebenwirkungen auftreten können, die diese Sichtweise relativieren, haben wir in These 2 festgestellt.

Technik und ihre Anwendung verleiht auch Befriedigung. Ergebnisse der Technik können auch (ästhetisch) schön sein.

Handhabungstechniken sind hilfreich; im mitmenschlichen Bereich besteht in ihrer Anwendung allerdings auch die Gefahr der Manipulation, des Untertänig-machens von Menschen. Dies widerspricht dem Schöpfungsauftrag und dem christlichen Menschenbild.

Die Technik ist als Hilfsmittel (Werkzeug) konzipiert und wird so gehandhabt. In vieler Hinsicht bewirkt die Anwendung der Technik mehr Sicherheit. -Wo sie Leid bringt (Unfälle o. ä.) zeigt sich, wie in allen Tätigkeiten, die Verstrickung aus der die Menschheit nicht heraus kann. Sogenanntes technisches Versagen und menschliches Versagen gehören in gleicher Weise hierher.

4. Wir können auf einzelne Ergebnisse der Technik verzichten, der eine auf das Fahrrad, der andere auf das Auto. Aber im Prinzip möchte niemand die „Segnungen“ der Technik missen. - Die wenigen Außenseiter könnten ohne ihre technisierte Umwelt kaum existieren. Das heißt nicht, daß wir nicht auch mit weniger Technik, vor allem mit weniger Großtechnik auskommen können. Dies ist eine politische Frage!

Den Ausfall jeglicher Technik aber könnten nur sogenannte unterentwickelte Völker überhaupt überstehen.

5. Technik prägt den Menschen; von der Technik geprägte Menschen entwickeln die Technik weiter. Da stets der neue Wissensstand zur Verfügung steht, tritt eine immer raschere und breitere Entwicklung ein. Mathematisch handelt es sich um ein exponentielles Verhalten. Philosophisch-theologisch kann man von einem inhaerenten teleologischen Prinzip durch Neugierverhalten sprechen.

Die technische Entwicklung der Neuzeit ist nicht ohne die Entwicklung der Naturwissenschaft denkbar; die Weiterentwicklung der Naturwissenschaft ist nur mit Hilfe der Technik möglich.

Die geistige Integration der Technik konnte vor der industriellen Revolution (vor Beginn der stürmischen Entwicklung in der Neuzeit) mit der Entwicklung der Technik Schritt halten. Dies ist jetzt offensichtlich nicht mehr der Fall; dadurch entsteht ein Unbehagen, ein Gefühl des Ausgeliefert-seins bei Nichtfachleuten und eine Unsicherheit, z. B. in ethischen Fragen, auch bei den sogenannten Technokraten.

6. Die weitere Entwicklung der Technik ist, wie jedes historische Geschehen, offen, aber durch den augenblicklichen Stand der Technik stark determi-

niert. Änderungen in der Zielsetzung setzen auf jeden Fall Bewußtseinsänderungen auf breiter Ebene voraus! (Konsens über Zieldefinitionen; Fragen der Arbeitsmarktpolitik, Wirtschaft usw.).

Ziel kann nicht sein, die Technik zu verteufeln oder abzuschaffen, sondern sie sinnvoll einzusetzen, wieder dahin zu kommen, daß nicht die Technik den Menschen beherrscht (sog. Sachzwänge), sondern der Mensch die Technik und daß die Auswirkungen der Technik das Gleichgewicht der Natur nicht zerstören. Es könnte sein, daß dazu nicht weitere Großtechnik erforderlich ist, die statt zu reparieren neue Spätfolgen produziert, sondern eine „sanfte Technologie“. Solche Überlegungen treffen insbesondere auf die Technisierung der Länder in der Dritten Welt zu.

Großsysteme werden sich auf bestimmten Gebieten auch weiterhin bewähren, z. B. im überregionalen Verkehr.

Großsysteme sind aber sehr störanfällig, z. B. die Energieversorgung. Die Rüstungspolitik und -Wirtschaft hat eine Eigendynamik entwickelt, die derartige Gesichtspunkte überhaupt nicht ins Blickfeld bekommt.

7. Wir haben uns die Erde untertan gemacht und dabei oft vergessen, daß Untertan machen noch lange nicht heißt vergeuden, verschwenden, vernichten. Deshalb muß jetzt das lange Zeit vergessene Bebauen und Bewahren, in den Vordergrund gerückt werden, auch mit Hilfe der Technik.
8. Kriege (auch „begrenzte Kriege“) sind nur noch mit Hilfe der Technik zu gewinnen. Dies bedeutet jedoch auch eine Potenzierung der Zerstörungskraft. Es kann nicht Sinn der Technik sein, mit der Menschheit auch das Ende aller Technik herbeizuführen. Dies ist Perversion der Technik, nicht Fluch.
9. Entwicklung der Technik, gemeinhin als Fortschritt der Technik bezeichnet, kann zu der Annahme führen, daß Technik immer mehr, immer besser und immer sicherer machen kann (Fortschrittsglaube). Erfahrungen der Neuzeit zeigen, daß auch Gegenteiliges eintreten kann (unvorhergesehene Folgen, Versagen, böswilliger Einsatz bis hin zu Sabotage und Krieg (vgl. Thesen 2 und 8). So sehr das eine zur säkularisierten Reich-Gottes-Mentalität verführt, so sehr verführt das andere zu einer Gericht-Gottes-Fatalität. Über beide Deutungen oder Fehldeutungen muß nachgedacht werden. Jedenfalls gewinnt die Technik in beiden Fällen apokalyptische Dimension. Eine eschatologische Auslegung des Schöpfungsauftrages könnte die nötige Reduktion herbeiführen.

Wolfgang Laurig

## **Die Gegenwart und Zukunft des arbeitenden Menschen als Teilaspekt des Eschatologischen Schöpfungsauftrags**

### **Thematische Abgrenzung**

Das in dem erweiterten Verständnis eines „Eschatologischen Schöpfungsauftrags“ enthaltene Begriffspaar „schöpfen“ und „schaffen“ ließ es zweckmäßig

erscheinen, die Entwicklungstendenzen der derzeitigen „Arbeitswelt“ zu dokumentieren. Der aus dem Selbstverständnis des Arbeitskreises entwickelte Ansatz, die Komplexität des gemeinsamen Themas durch Zergliederung in einzelne Erkenntnisbereiche zu reduzieren, bietet sich besonders für die Bereiche Naturwissenschaft und Technik an. Die Anwendung dieses Ansatzes auf die „Arbeitswelt“ beinhaltet aber den Vorbehalt und damit auch den möglichen Vorwurf, wichtige Aspekte „ausblenden“ zu müssen. Das Thema „Zukunft der Arbeit“ war - in seiner Komplexität - bereits Hauptvorlage der Westfälischen Landessynode 1983, so daß hier auf die entsprechende umfangreiche Diskussion und Dokumentation verwiesen werden kann. Dies betrifft besonders die Probleme einer „knapper werdenden (erwerbswirtschaftlichen!) Arbeit“ (1) und die möglichen Konzepte zu deren Überwindung durch „Neuverteilung der Arbeit“ (1) oder Entwicklung „Neuer Gestaltungskräfte“ (2). In der nachfolgenden Beschreibung und Analyse der Entwicklungstendenzen in der gegenwärtigen Arbeitswelt soll demgegenüber vor allem die Situation und die zu erwartenden Veränderungen der „Belastung“ (und „Beanspruchung“ s. u.) des arbeitenden Menschen betrachtet werden. Dies erscheint für eine Diskussion im Sinne des gemeinsamen Themas des Arbeitskreises insofern ein zweckmäßiger Ansatz, als gerade diese Aspekte im Ergebnisbericht der Landessynode nur eine geringere Beachtung gefunden haben und damit wahrscheinlich dort eher „ausgeblendet“ worden waren.

### **Eingrenzung des Begriffs von Arbeit**

Der biblische Schöpfungsauftrag enthält einen mehrdeutigen Begriff von Arbeit, der sich durch die Verknüpfung der Aufträge **„bauen und bewahren“** sowie **„beherrschen und Untertan machen“** in zwei Teilaspekte gliedern läßt, die bis heute in der Arbeitswelt erkennbar sind. So ist es eigentlich nicht überraschend, daß sich diese Teilaspekte auch in modernen Definitionen des Begriffs von Arbeit wiederfinden, wenn beispielsweise „Arbeit“ als „zweckrationales Handeln“ verstanden wird, das „seiner Struktur nach die Ausübung von Kontrolle“ ist (3), (4). Löst man sich für die weiteren Überlegungen von solchen Definitionen der „kritischen Soziologie“, so läßt sich Arbeit vereinfacht beschreiben als ein „ergebnisorientiertes Tätigsein unter gegebenen Bedingungen“ (5). Die ursprünglichen Teilaspekte des Schöpfungsauftrages können dann als mögliche Ziele verstanden werden, an denen sich ein Tätigsein des Menschen zu orientieren hat. Unter Verwendung der vorgeschlagenen Definition für „Arbeit“ sollen dann im folgenden mit dem Begriff „Belastung“ die Entwicklungstendenzen der Veränderungen der gegebenen Bedingungen des Tätigwerdens beschrieben werden.

### **Konzept für eine Analyse der Veränderungstendenz**

Zur Beschreibung von „Bedingungen des Tätigseins“ und deren Verschiedenheit verwendet man in der Praxis häufig Worte wie „Arbeits-Aufgabe“, „Arbeits-Platz“ oder auch „Arbeits-Zeit“. Weitere Möglichkeiten zur Beschreibung der Verschiedenheit ergeben sich bei Berücksichtigung von bei der Tätigkeit entstehenden physikalischen Phänomenen wie zum Beispiel „Lärm“ oder „Hitze“.

Verallgemeinert lassen sich diese unterschiedlichen Bedingungen unter dem Begriff der „**Belastung**“ zusammenfassen. Die Belastung entspricht damit anschaulich der Zusammenfassung aller „Lasten“, die der arbeitende Mensch zur Erreichung eines Arbeitsergebnisses zu „(er-)tragen“ hat. Mit diesem Konzept läßt sich der ursprünglich nur qualitative Begriff der Belastung nicht nur objektivieren, sondern sogar gegebenenfalls auch quantifizieren (so kann beispielsweise für das Tragen einer Last deren Masse als ein objektives Maß für die Höhe der Belastung angesehen werden).

Dieser Ansatz zur Objektivierung des Begriffs von Belastung läßt aber noch keine Aussagen darüber zu, welche „Mühe“ es einem Menschen macht, ein bestimmtes Arbeitsergebnis zu erreichen. Solche Aussagen werden erst möglich, wenn man weiß, **welcher Mensch** die „Last“ zu tragen hat. Das Konzept der Analyse müßte also auch den Menschen und seine Eigenschaften wie beispielsweise Alter, Geschlecht oder Größe berücksichtigen. Darüber hinaus wäre neben solchen einfach erfaßbaren Eigenschaften sicher auch die jeweilige Einstellung zur Arbeit oder auch die fachliche Qualifikation von Interesse. Stellt man nun die möglichen Sachaussagen zur Belastung den Sachverhalten der Eigenschaften gegenüber so wird deutlich, daß die **Auswirkungen der Belastungen** von Person zu Person sehr unterschiedlich sein können. Diese individuell unterschiedlichen Auswirkungen der Belastungen faßt man unter dem Begriff der „**Beanspruchung**“ zusammen (6), (7). Für das allgemeine **Konzept der Analyse** folgt also damit, daß **die Höhe der Beanspruchung eines arbeitenden Menschen nicht nur von der Belastung durch die Arbeit, sondern auch von seinen Eigenschaften abhängt.**

Ausgehend von dieser Erkenntnis bedeutet Analyse der Veränderungstendenz also die Frage nach den beobachtbaren tendenziellen Veränderungen der Bedingungen des Tätigseins, dargestellt mit Hilfe des Begriffspaares „Belastung“ und „Beanspruchung“.

### **Veränderung der Arbeitswelt durch „Technisierung“**

Der uns im Alltag bis heute geläufige Begriff der „**menschlichen Arbeitskraft**“ zeigt, wie stark unsere Vorstellungen von der Arbeitswelt durch Bilder der Technik geprägt sind. Der Beginn der Industrialisierung war durch die Erweiterung der dem Menschen ursprünglich ausschließlich zur Verfügung stehenden „Kraftquellen“ gekennzeichnet. Zu den „Naturkräften“ von Wind und Wasser oder Tier und Mensch kamen die „technischen Kraftmaschinen“ (8). Das zunehmende Ersetzen der „körperlichen“ Kräfte durch „technische“ Kräfte bezeichnet man als „**Mechanisierung**“. Das Interesse des Menschen an einer Mechanisierung erklärt sich letztlich aus dem Versuch, damit die auch sprachlich häufig mit dem Begriff von Arbeit verbundene „Mühe“ oder „Anstrengung“ (s. z. B. „labor“ oder „travail“!) zu verringern. Das volkswirtschaftliche Interesse erklärt sich demgegenüber vorwiegend aus dem mit der Mechanisierung immer verbundenen Effekt einer **Erhöhung der Produktivität**. Eine Auswirkung dieses in den sogenannten Industriegesellschaften bis heute anhaltenden Effekts ist beispielsweise

die zu Beginn dieses Jahrhunderts kaum vorstellbare Reduzierung der „Lebens-Arbeitsbelastung“ im Sinne einer **Verkürzung der Lebensarbeitsdauer**. Neben dieser offensichtlichen Reduzierung der Belastungsdauer hat sich durch die Mechanisierung aber auch die Belastungshöhe für viele Arbeitsaufgaben verringert. Gerade in den Wirtschaftszweigen, die früher die noch heute bestehenden gesellschaftlichen Vorstellungen von „schwerer körperlicher Arbeit“ geprägt haben, wie Bergbau und Forstwirtschaft, wird dieser Effekt der Mechanisierung besonders deutlich.

Der Ersatz körperlicher Arbeitskraft stellt aber nur eine Erscheinungsform der Mechanisierung dar. Parallel dazu entwickelte sich die Tendenz weitere Funktionen der **„Arbeitsmaschine Mensch“** durch technische Maschinen zu ersetzen. Die Entwicklung immer besserer Kraftmaschinen schuf nämlich die Voraussetzung zur Entwicklung immer besserer Arbeitsmaschinen (9). Typisches Kennzeichen dieser Entwicklungsstufe der Mechanisierung ist der Ersatz auch der ursprünglich von Menschen auszuführenden Bewegungen (Beispiel: fast vollständiger Ersatz menschlicher Kräfte und Bewegungen bei der Getreideernte durch einen Mähdrescher). In einzelnen Wirtschaftszweigen wurde der dadurch erreichte Produktivitätszuwachs so groß, daß der „Arbeitskräfte-Bedarf“ stark abnahm, wie beispielsweise in der Landwirtschaft oder im Bergbau.

Die gegenwärtige Entwicklungstendenz in der Industrie ist gekennzeichnet durch eine qualitative Erweiterung der Möglichkeiten zur Mechanisierung. Mechanisierung beinhaltet heute nicht nur mehr einfacher Ersatz des „manuellen“ menschlichen Tätigseins; auch Entscheidungsaufgaben, die ursprünglich nur den Menschen vorbehalten waren, können Maschinen übertragen werden. Die Mechanisierung wird von der **Automatisierung** abgelöst.

### **Die Auswirkungen der „Technisierung“ auf die Belastung**

**Automatisierung** bedeutet damit, daß die **Kontrolle technischer Prozesse durch festgelegte Entscheidungsfolgen, die ursprünglich vom Menschen ausgeführt, jetzt von Maschinen übernommen wird**. Das Schlagwort „Neue Technologien“ kennzeichnet in dieser Entwicklung die Nutzung der Möglichkeiten der sogenannten **Mikroelektronik**. Damit gewinnt der Begriff der Automatisierung jedoch eine neue Qualität. Durch die „klassische“ Mechanisierung und Automatisierung wurden eigentlich nur einzelne menschliche Fähigkeiten durch Maschinen ersetzt oder vervielfacht, die neuen Möglichkeiten der Informationsverarbeitung reichen dagegen weit über Menschenmögliches hinaus. Mechanisierung betraf ursprünglich lediglich die engere industrielle Fertigung, die jetzt erkennbare neue Qualität der Technisierung umfaßt dagegen sowohl das Tätigsein in Büro und Verwaltung als auch in Haushalt und Freizeit.

Augenscheinlich verläuft diese Entwicklung aber weniger evolutionär als dies für die „klassische“ Entwicklung der Fall war. Formulierungen wie **„Neue industrielle Revolution“** lassen Rückschlüsse auf die bestehende allgemeine Unsicherheit oder vielleicht auch Betroffenheit zu. Ähnlich wie ursprünglich bei der Mechanisierung in der Produktion, wird wieder die zu erwartende und nachweisbare Steigerung der Produktivität, jetzt aber auch im Dienstleistungssektor,

die Entwicklung beschleunigen.

Entsprechend dem vorgeschlagenen Konzept für eine Analyse der beobachtbaren Veränderungstendenzen kann man feststellen, daß diese neue Qualität der Technisierung aber keine anderen Auswirkungen auf die Belastung haben kann, als die schon durch die „mechanische“ Technisierung bewirkten. So ist beispielsweise bei einer „automatisierten Informationsverarbeitung“ ein Eingreifen des Menschen erst dann erforderlich, wenn die automatische Überwachung auf Störungen in der Verarbeitung hinweist. In modernen Systemen ist für solche Fälle die automatische Funktionsübernahme durch Ersatzsysteme vorgesehen (Beispiel: Energieverbund-Netze). Dadurch steht für den „überwachenden Menschen“ genügend Zeit für die Analyse und Behebung der Störung zur Verfügung, wobei die Analyse im allgemeinen ihrerseits durch weitere automatische Systeme unterstützt wird.

Diese beispielhafte Überlegung macht deutlich, daß die allgemeinere Hypothese einer Reduzierung der physischen Belastung durch Automatisierung kaum zu widerlegen ist. Offensichtlich kann sogar die bei der „klassischen“ Mechanisierung häufig noch sehr enge „**zeitliche Bindung**“ des Menschen an einen technischen Ablauf (Beispiel: „Taktbindung“ des Menschen in einer „Fließband-Fertigung“) aufgelöst werden. Neuere Entwicklungen lassen außerdem erwarten, daß auch die „**örtliche Bindung**“ geringer werden wird (Beispiele: „CAD/CAM“ = „Computer Aided Design“ und „Computer Aided Manufacturing“ als direkte Verbindung zwischen einem Rechner und der Konstruktion bzw. Fertigung bis zum „CIM“ = Computer Integrated Manufacturing aber auch Abwicklung von Bestellungen über „Btx“ = „Bildschirmtext“).

Die **Hypothese abnehmender Belastung** setzt allerdings voraus, daß die Automatisierung nicht nur Teile eines Arbeitsablaufs betrifft. Bleibt der Mensch „Engpaß“ zwischen zeitlich voneinander abhängigen Ablaufabschnitten, so kann es sogar zu einer Zunahme der Belastung durch Automatisierung (z. B. durch „Zeitdruck“) kommen. Es ist nicht auszuschließen, daß sich in nächster Zukunft in den Bereichen Büro und Verwaltung solche für die „klassische“ Mechanisierung bereits als verfehlt erkannten Entwicklungen wiederholen werden. Ursache hierfür dürfte der durch den internationalen Wettbewerb entstehende **Zwang zur Kostenminimierung** sein, der eine möglichst hohe Produktivität für das „Gesamt-System: Mensch-Maschine“ verlangt. Nachweisen lassen sich solche Effekte aber nur in sogenannten kontrollierten Längsschnittuntersuchungen, in denen Zustände vor und nach der Einführung einer neuen Arbeitsmethode verglichen werden. Für die Gültigkeit der Ergebnisse einer Befragung bedeutet dies, daß beispielsweise die Aussagen derselben Mitarbeiter bei gleichen Arbeitsaufgaben verglichen werden müssen. Die Ergebnisse einer der wenigen Längsschnittstudien zur Einführung neuer Arbeitsmethoden zur Informationsverarbeitung läßt nach Ansicht der befragten Mitarbeiter in solchen Fällen tatsächlich auf eine Zunahme der täglichen „Arbeitsmenge“ schließen. Gleichzeitig äußerten sich die Mitarbeiter im Sinne eines Anwachsens der Anforderungen an das Konzentrationsvermögen, ein möglicher Hinweis auf eine Zunahme der Beanspruchung (10). Wegen der methodischen Schwierigkeiten solcher kontrol-



lierten Längsschnittstudien ist verständlich, daß bisher keine arbeitsmedizinisch begründeten Erkenntnisse vorliegen, durch die die Möglichkeit spezieller „technologieverursacher“, tätigkeitsspezifischer Erkrankungen bestätigt würde (11).

### **Veränderungen der Anforderungen an die Qualifikation**

Im vorgeschlagenen Konzept für die Analyse der Veränderungstendenzen hatten die menschlichen Eigenschaften eine zentrale Bedeutung für Auswirkungen der Technisierung. Die bisher diskutierten Auswirkungen bezogen sich relativ eingeschränkt auf die zu erwartenden Veränderungen der Belastungen. Dabei wurde jedoch vorausgesetzt, daß den sich aus der Veränderung der Arbeitswelt ergebenden neuen Anforderungen jeweils die entsprechende Qualifikation der arbeitenden Menschen zur Verfügung stand.

Im Rahmen des Konzepts für die Analyse **ist die Qualifikation eine Eigenschaft des Menschen, die ihrerseits Voraussetzung für die Nutzung der Möglichkeiten des Tätigseins ist.** Prüft man diese Annahme an den Erfahrungen aus der „klassischen“ Mechanisierung, so ergab sich hier bereits durch den Ersatz der „Kraftmaschine Mensch“ ein Bedarf an „**neuer Qualifikation**“. Waren ursprünglich vor allem in den Wirtschaftsbereichen der Land- und Forstwirtschaft mehr die „**angeborenen Qualifikationen**“ wie Muskelkräfte oder Handgeschicklichkeit gefragt, verlangten die neuen industriellen Arbeitsplätze zunehmendes Verständnis einfacher physikalischer Zusammenhänge. Gleichzeitig verloren die natürlichen Erfahrungen aus der bäuerlichen oder handwerklichen Arbeitswelt an Bedeutung und damit auch an Wert. Es ist heute kaum vorstellbar, welche Anforderungen an ein allgemeines Bildungswesen durch die einsetzende Industrialisierung entstanden. In diesem Zusammenhang ist vor allem die planmäßige, außergewerkschaftliche Bildungsarbeit der christlichen Arbeitervereine seit Mitte des 19. Jahrhunderts zu nennen.

Aus einer Verallgemeinerung dieser historischen Erfahrungen **kann ein parallel mit der Technisierung zunehmender Bedarf an neuen Qualifikationen abgeleitet werden.** Allerdings besteht zwischen der Einsicht einer solchen Notwendigkeit und der Entwicklung des tatsächlichen Angebots entsprechender Bildungs- und Ausbildungsinhalte naturgemäß eine große zeitliche Lücke. Bei der Geschwindigkeit der technischen Entwicklung muß sich daraus aber ein gefährlicher **circulus vitiosus** ergeben, der sich auf das **Angebot an Möglichkeiten zum Tätigsein** auswirken muß. Ist nämlich das Angebot an Qualifikation im Vergleich zu den Anforderungen qualitativ oder quantitativ zu gering, so werden die Betriebe versuchen, diese Lücke durch Nutzung neuer Möglichkeiten der Technisierung zu überwinden. So traf beispielsweise vor etwa

20 Jahren die schnelle Einführung von Rechenanlagen auf einen Mangel an entsprechend ausgebildeten Fachkräften sowohl zum Betrieb als auch zur Wartung solcher Anlagen. Dies betraf besonders die Erstellung der für die Nutzung solcher Anlagen notwendigen Programme. Diese Lücke wurde einmal dadurch überwunden, daß die Zuverlässigkeit dieser Anlagen unverhältnismäßig schnell verbessert wurde, zum anderen stehen heute Programmiersprachen zur Verfügung, die vergleichsweise geringe Anforderungen an die Benutzerstellen.

Verallgemeinernd ergibt sich damit als Entwicklungstendenz für die gegenwärtigen und zukünftigen Anforderungen an die Qualifikation die Gefahr einer zunehmenden „**Qualifikations-Lücke**“. Die schnelle Entwicklung auf allen von den „Neuen Technologien“ beeinflussten Gebieten muß zu einem rapiden Verlust der Nutzbarkeit von Erfahrungen aus dem Umgang mit „alten“ Technologien führen (Beispiele: Uhrmacher oder Setzer). Gleichzeitig mit dem Verschwinden traditioneller Berufsbilder verringert sich die Vielfalt der Möglichkeiten zum Tätigsein. Damit wächst mit der „Qualifikations-Lücke“, aber auch ein **Qualifikations-Druck**“ bzw. „**Fort-Bildungsdruck**“. Dieser Druck muß sich noch dadurch verstärken, daß gerade die Arbeitsaufgaben, die vergleichsweise geringe Anforderungen an die Qualifikation stellen, technisch meistens einfach zu mechanisieren sind. Viele der entsprechenden Möglichkeiten für ein Tätigsein wie beispielsweise sogenannte Hilfsarbeiten werden damit in Zukunft überhaupt nicht mehr zur Verfügung stehen.

### **Schlußbetrachtungen**

Im Vergleich mit den anderen dargestellten Veränderungstendenzen ergibt sich aus der Erkenntnis des Problems des Qualifizierungs-Drucks eine umfassendere gesellschaftliche Herausforderung. Diese wird noch dadurch verstärkt, daß trotz der offensichtlich erkennbaren **Notwendigkeit zur permanenten „Neu-, Um- oder Weiterqualifikation“** die entsprechende Einsicht in diese Notwendigkeit nicht allgemein vorausgesetzt werden kann.

Aus der Umkehrung der bekannten These: „Wissen ist Macht“ kann sich damit die Gefahr einer zunehmenden „**Ohnmacht durch Unwissen**“ entwickeln. Mit dem daraus folgenden Verlust an Möglichkeiten zum Tätigsein in der heutigen und einer zukünftigen Arbeitswelt gehen dem Menschen aber unwiederbringlich Teile seiner Fähigkeiten verloren, den progressiven Teil des Auftrages („beherrschen“ und „Untertan machen“) zur Weiterentwicklung der Schöpfung zu kontrollieren und zu verwirklichen.

### **Literaturhinweise**

- (1) Evangelische Kirche von Westfalen (Hrsg.)  
Zukunft der Arbeit - Leben und Arbeit im Wandel Bielefeld, 1983
- (2) Fütterer, K.  
Streit um die Arbeit Industriegesellschaft am Scheideweg Kreuz, Stuttgart, 1984
- (3) Habermas, J.  
Technik und Wissenschaft als Ideologie Suhrkamp, Frankfurt, 1968
- (4) Habermas, J.  
Umgangssprache, Bildungssprache, Wissenschaftssprache (1977) in: Kleine politische Schriften I — IV, 340-362 Suhrkamp, Frankfurt, 1981
- (5) Laurig, W.  
Wissenschaftstheoretische Inhaltsbestimmung des Begriffs von Ergonomie

- Z. Arb. wiss. 37 (9 NF) 1983/3,129-133
- (6) Laurig, W.  
Grundzüge der Ergonomie, 2. Auflage Beuth, Berlin, 1982
  - (7) Normenausschuß Ergonomie (Hrsg.)  
Gestalten von Arbeitssystemen nach arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen - Begriffe und allgemeine Leitsätze - DIN 33400 Beuth, Berlin, 1983
  - (8) Varchmin, J., Radkau, J.  
Energie und Arbeit - Energie und Gesellschaft Rowohlt, Hamburg, 1981
  - (9) Klemm, F.  
Geschichte der Technik  
Der Mensch und seine Erfindungen im Bereich des Abendlandes Rowohlt, Hamburg, 1983
  - (10) Gaugier, E., Althaus, U., Kolb, M., Mallach, A.  
Rationalisierung und Humanisierung von Büroarbeit Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung München, 1979
  - (11) Rutenfranz, J.  
Der Mensch in der automatisierten Arbeitswelt Überlegungen aus der Sicht der Arbeitsmedizin in: Schriften der Stiftung Werner-von-Siemens-Ring 9, 29-60 Berlin, 1982

#### **Thesen IV**

1. Die Schöpfungsgeschichten in 1. Mose 1 und 2 enthalten einen Arbeitsauftrag. Dieser Auftrag beinhaltet sowohl einen gestaltend-erhaltenden Aspekt (bauen und bewahren) als auch einen vorantreibenden Aspekt (beherrschen und untertan machen). Man könnte von einem doppelten Schöpfungsauftrag in dialektischer Spannung reden.  
Das Gleichgewicht zwischen beiden Aspekten muß erhalten bleiben, denn:
  - bloßes Bewahren wäre Rückschritt,
  - einseitiges Vorantreiben der Entwicklung hat schon heute zur Verselbständigung und Unkontrollierbarkeit geführt.
2. Außer durch den Schöpfungsauftrag ist der Arbeitsauftrag Gottes an den Menschen ebenso durch den Aspekt der Eschatologie bestimmt, und das heißt, daß Arbeit als „ergebnisorientiertes Tätigsein“ auf die Entfaltung des Menschen und der Schöpfung gerichtet ist, wie sie von Gott her gewollt ist, und zwar auf eine Zukunft hin, die von Gott her auf uns zukommt, an deren Erreichung wir aber mitarbeiten können als Mitarbeiter Gottes, ohne daß wir die alleinigen Arbeiter wären.
3. Wenn wir die Spannung dieser doppelten Dialektik zwischen eschatologischen „Schöpfungsauftrag“ und „Zukunft von Gott her“ nicht durchhalten, besteht die Gefahr, daß wir uns in verderbliche Entwicklungen verrennen, weil wir meinen entweder alles selbst tun zu müssen oder alles sich selbst überlassen zu dürfen.
4. Demgegenüber bewahrt den Christen die Überzeugung von „Mitarbeiter-

- Sein" bei der Gestaltung der Zukunft, die von Gott her auf uns zukommt, vor der „Hybris“, alles nach selbstgesetzten Maßstäben vollbringen zu können.
5. Die Zielsetzungen für das ergebnisorientierte Tätigsein können inhaltlich nicht vom eschatologischen Schöpfungsauftrag abgeleitet werden, sondern müssen in aller Vorläufigkeit jeweils vom Menschen selbst gewagt werden. Dabei muß gelten, daß die Mittel zur Verwirklichung der Ziele ihre Grenzen finden an der Ehrfurcht vor der Schöpfung und an der Unantastbarkeit der Würde des Menschen.
  6. Arbeit in diesem Sinne ist deshalb nicht nur bloßer Broterwerb und betrifft nicht nur die Produktion von Gütern (einschließlich der Dienstleistungen), sondern muß auch der Kommunikation von Mensch zu Mensch in gemeinsamer Verantwortung für das Tätigsein dienen, d. h. der Mensch wird als „Wortwesen“ ernstgenommen.
  7. Arbeit als gemeinsame Verantwortung im ergebnisorientierten Tätigsein muß immer zugleich der Erhaltung und Entfaltung des Menschen wie auch der Erhaltung und Entfaltung der Schöpfung dienen.

Fritzhermann Keienburg

### **Eschatologischer Schöpfungsauftrag und unser Zeitverständnis aus theologischer Sicht**

Der Dialog zwischen den Naturwissenschaften und der Theologie legt bei der Frage nach dem Zeitverständnis eine Besinnung auf philosophische Überlegungen zu dieser Frage nahe. Eine Auswertung auf die Geschichte der Philosophie scheint sich anzubieten, würde aber aus dem Dialog einen Trialog machen. Von den Vorsokratikern über Plato und Aristoteles, Descartes, Leibniz und Immanuel Kant bis zu Heidegger haben sich die Philosophen „zu allen Zeiten“ um eine Definition von Zeit bemüht. Ihre Aussagen waren immer mitgeprägt von den jeweiligen geschichtlichen Umständen, sind also nicht schlechthin zeitlos oder von ihrer Zeit unabhängig zu verstehen. Halten wir nur fest, daß Zeit und Raum zu den Anschauungsformen gehören, in denen sich unsere Empfindungen und Erfahrungen ordnen. Die Zeitstrukturen werden aus der Sicht der verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen unterschiedlich gesehen und gedeutet, eine Koordinierung kann nicht gelingen, wenn man sie alle gleichzeitig berücksichtigen will. Die Schwierigkeiten werden schon bei unserem Dialog deutlich:

Theologische Aussagen zum Thema Zeit sind dem naturwissenschaftlichen Denken zunächst schwer zugänglich. Darum haben wir zu fragen, welche Begriffe der Naturwissenschaft denen der Theologie im Blick auf die Frage der Zeit adäquat sein können. Unser Dialog ähnelt dem Schließen eines Reißverschlusses: Wo dieser Vorgang stockt, müssen wir einhalten, denn es gilt zu klären, was der einen oder anderen Seite, dem Naturwissenschaftler oder dem Theologen, unklar geblieben ist. Die klassische Naturwissenschaft sah in der Zeit vor allem eine

meßbare Größe, die Physik ist aber auch darüber hinaus mit der Zeit befaßt. (Vgl. den Aufsatz von K. F. Saur).

Es wäre zu einfach nach einem übergeordneten Zeitbegriff zu suchen, auf den sich beide Seiten schnell einigen könnten. Fruchtbar könnte es sein, Analogien zu entdecken als Ansätze zur gegenseitigen Verständigung.

### **Unser Alltag und unser Verständnis von Zeit**

Es ist aufschlußreich für unsere Fragestellung, unseren normalen Alltag ins Auge zu fassen. Der Rundfunk hält uns auf dem laufenden und beginnt mit „Guten Morgen, liebe Hörer, beim Gongschlag war es 6.00 h, heute ist Sonntag, der 17. November...“. Es geht weiter mit Zeitfunk, Zeitzeichen, Echo der Zeit, Zeitansagen. Andere Überschriften und Themen haben mit Zeit zu tun: Hier und Heute, Tagesschau, Tagebuch, Echo des Tages, Wochenschau, Wochenspiegel usw. Die Art, wie wir uns grüßen, ist ebenfalls verräterisch, denn sie ist in der Regel zeitbezogen: „Guten Morgen, guten Tag, guten Abend, gute Nacht.“ Bemerkenswert ist dabei, daß hier das Adjektiv „gut“ hinzugefügt ist: Wir wünschen uns also eine von guten Erfahrungen gefüllte Zeit am Vormittag, am Nachmittag, am Abend. Im Deutschen (im Unterschied zu anderen Sprachen) sind selbst die Mahlzeiten in der Regel als Zeiten benannt: „Das Frühstück, das Mittagessen, das Abendessen, das Nachtmahl, der Nachmittagskaffee, die Brotzeit usw.“.

Selbst die Zeiten im Laufe des Jahres oder des Lebens, für die Zeit eigentlich keine Rolle spielen sollte, sind durch entsprechende Zeitbegriffe beschrieben: Das Wort Fest bedeutete ursprünglich im Lateinischen ein Datum, das Ruhe beinhaltete, einen Tag, an dem kein Gerichtstermin stattfand, und eine Mehrzahl von Festtagen waren dann Ferien; erst später übertrug man diesen Begriff auf den schulischen Bereich. Das Wort „Urlaub“ hatte zunächst einen räumlichen Akzent, war es doch die Erlaubnis, vom höfischen Zeremoniell fernzubleiben, allerdings meistens verbunden mit einer bestimmten Frist.

Das mittelhochdeutsche und althochdeutsche Wort „Zit“ wurde für die Bezeichnung der Tageszeit oder der Jahreszeit oder des Lebensalters gebraucht. Im Niederländischen ist die Rede von der „Tijd“, was wiederum verwandt ist mit dem niederdeutschen Wort „Tide“ (englisch „tide“), die Bezeichnung für die Gezeiten des Meeres Ebbe und Flut. Ursprünglich deutete das indogermanische Stammwort auf „Abgeteiltes, Abschnitt“ hin, denn die indogermanische Wurzel dieses Wortes beinhaltete „Teilen, Zerschneiden, Zerreißen“. Dies läßt darauf schließen, daß die Ansage von Zeit durch Nennung von Minuten, Stunden oder Tagen immer auch mit einem Zeitabschnitt zu tun hatte, einer Unterbrechung eines stetigen Ablaufes. Die Ableitungen vom Wort Zeit sind vielfätig und für unsere Überlegungen auch aufschlußreich: „zeitig“ bedeutet „früh“, „zeitlich“ bedeutet „nicht ewig, nicht unbegrenzt“, „zeitigen“ bedeutet „reifen lassen“. Die „Zeitlose“ ist die Blume, die nicht zur rechten Zeit blüht, z. B. die Herbstzeitlose. Bei den Grammatikbezeichnungen gibt es seit dem 17. Jahrhundert als Übersetzung für das lateinische „Verbum“ das „Zeitwort“. Dies drückt offenbar

etwas Dynamisches aus gegenüber dem Dingwort (Substantiv). Seit dem 18. Jahrhundert taucht die Zeitschrift auf, während es die Zeitung bereits im 13. Jahrhundert in Köln gab und zwar zunächst als Bezeichnung für eine Nachricht im engeren Sinne (im englischen „good tidings“) und dort bis ins 19. Jahrhundert gebraucht wurde. Unsere heutige Zeitung erschien ursprünglich im Plural als Zeitungen im Sinne von periodisch ausgegebenen Zusammenstellungen der neuesten Nachrichten. Eine Zeitung meldet uns, so sagen wir auch heute noch, Tagesereignisse.

Diese Hinweise auf unsere Alltagssprache machen deutlich, wie sehr wir durch die Zeit geprägt sind und mit der Zeit leben. Zeit ist dabei durchaus nicht immer abstrakt verstanden. Das zeigen andere Wortverbindungen wie Zeitpunkt, Zeitläufe oder Blicke in die Zeit.

Die Zeit wird nicht selten personalisiert: Sie soll Wunden heilen, Heilung (durch Gewöhnung) bringen oder auch etwas Unbestimmtes. „Es ist alles eine Frage der Zeit“ und „Kommt Zeit, kommt Rat“. Wir sprechen auch vom Lauf der Zeit und meinen einen unaufhaltsamen Prozeß, wir sprechen von jetzigen Zeiten und meinen unser gegenwärtiges Leben im umfassenden Sinne. Wir sprechen von Zeichen der Zeit und sehen in ihnen etwas Besonderes mit großer Bedeutung.

Die Hinweise auf diese Prägung unseres Alltags durch die Zeit verraten, wie wir mit der Zeit umgehen und verdecken oder offenbaren unseren Mangel an Zeit und die Nöte, die wir mit der Zeit haben.

### **Biblischer Befund**

Nach biblischem Verständnis gehört die Zeit zur Schöpfung und ist keine Größe an sich, die vor aller Zeit gewesen wäre. „Und Gott sprach: Es werde Licht! Und es ward Licht. Und Gott sah, daß das Licht gut war. Da schied Gott das Licht von der Finsternis und nannte das Licht Tag und die Finsternis Nacht. So ward aus Abend und Morgen der erste Tag.“ (1. Moses 1,3ff). Unser Zeitrhythmus gehört also zu dem, was Gott geschaffen bzw. in seine Schöpfung hineingegeben hat. Aus Nacht und Tag (in dieser Reihenfolge) wird der erste Tag.

### **Zeit und Ewigkeit**

Im Zusammenhang des eschatologischen Schöpfungsauftrages haben wir uns mit der Frage nach dem Verhältnis von Zeit und Ewigkeit zu befassen. Verbreitet ist das Verständnis, Ewigkeit stehe in einem absoluten Gegensatz zur Zeit, sei etwas, das von Zeit und Raum unabhängig existiert. Ewigkeit sei unendlich und ohne Begrenzung, ähnele einem inhaltslosen, abstrakten Raum. Dieser Raum aber ist uns neuzeitlichen Menschen gedanklich unzugänglich, deshalb verstehen wir uns als solche, die zur Vergänglichkeit in der Zeit verurteilt sind. Damit schleicht sich leicht ein negatives Grundgefühl ein, das mit Nihilismus verwandt ist. Wichtig ist dabei, festzuhalten: „Der Mensch befindet sich nicht nur in der Zeit, er weiß zugleich, daß er sich in der Zeit befindet. Die Menschen sind Lebewesen, die vorauswissen. Ihr Leben in der Zeit ist von der Gewißheit des

kommenden Austritts aus der Zeit begleitet" (Georg Picht). Im hebräischen Text des Alten Testaments gibt es einen abstrakten Begriff für die Zeit nicht. Zeit wird ganz verstanden von dem Geschehen her, das sich in ihr vollzieht. „Abends, um die Zeit, wo die Frauen herauszugehen pflegten, Wasser zu schöpfen", heißt es in der Geschichte von Jakob am Brunnen (1. Mose 24,11) und der Psalmist bekennt: „Der Herr ist des Armen Schutz, ein Schutz in den Zeiten der Not" (Psalm 9,10). Der Inhalt qualifiziert also die Zeit, die Zeit ist keine Größe an sich. Sie gehört, wie wir schon gesagt haben, zu allem Geschaffenen als Zeiteinteilung. Das gilt auch für Stunden, Tage, Wochen und Jahre. Der Mensch empfängt seine Zeit als anvertrautes Gut (Hiob 1,21 und Psalm 31,16). Der Mensch erfährt die Zeit als Chance der Entscheidung, wenn vom „Heute" die Rede ist. Alles Geschaffene hat seine Zeit (Prediger 3,1). Gott als Herr der Schöpfung ist auch Herr der Zeit. Er bestimmt die Lebenszeit des Menschen. Seine Mittel sind Verheißung, die über den jeweiligen Augenblick hinausweist, und Erfüllung, die in der Zeit, also im Ablauf der Geschichte, erfolgt. Manches Ergebnis in der Zeit ist Erfüllung der Verheißung. Die Zeit der Urväter, der Sklaverei in Ägypten, der Befreiung und des Zuges durch die Wüste sowie die Landnahme sind Erfüllungen der Zusagen Gottes. Man zählt zwar in Israel die Jahre von der Schöpfung an, in der Berichterstattung aber heißt es immer: „Zu der Zeit, da der und der König herrschte oder der und der Hoherpriester war...".

Die Ereignisse, die an einem bestimmten Punkt in der Zeit stattfanden, sind Anlaß zur Erinnerung bei den kultischen Feiern am Sabbat, beim Passah und bei anderen Festen. Die Erfüllungen der Verheißungen werden wieder ins Gedächtnis gerufen im wahrsten Sinne des Wortes und vergegenwärtigt in den gottesdienstlichen Feiern der Gemeinde. Im Neuen Testament geschieht dies an jedem Sonntag und besonders an den Festen des Kirchenjahres. Die Feiern der Gemeinde sind am Zyklus des Jahres orientiert, darüber wird noch ausführlich etwas zu sagen sein.

Zeit wird auch als Zeitlichkeit oder Vergänglichkeit erfahren. Der Mensch als Geschöpf ist eingebunden in die Zeit und Welt und hat sich damit eine der Grundfragen überhaupt zu stellen: Ist die Zeit eine schicksalhafte Macht, eine Herrschaftsgröße, der wir unausweichlich unterworfen sind. Sie ist doch immer schon da und sie nagt, heilt, wird als Übermacht erfahren. Kann man sich dagegen auf die Ewigkeit zurückziehen, die unveränderlich und unverändert ist und der Macht der Zeit nicht unterworfen wird? Im biblischen Denken ist diese Rückzugsmöglichkeit nicht gegeben. Vergänglichkeit wird als Daseinsproblematik zentral erfahren, die Fragen, die sie aufwirft, werden unterschiedlich beantwortet: „Des Menschen Leben ist vergänglich, es fährt schnell dahin, als flögen wir davon" (Psalm 90,10). Gott ist unsere „Zuflucht für und für" und „von Ewigkeit zu Ewigkeit" (Psalm 90,1 f). Bei genauerem Hinsehen wird dann deutlich, daß für den Psalmsänger nicht das Problem der Zeit im Vordergrund steht, sonst würde er den Herrn um Anteil an einer zeitlosen Ewigkeit bitten. Im Vordergrund steht das Problem der menschlichen Schuld und des berechtigten göttlichen Zornes. Sie lösen die Vergänglichkeit und die Erfahrung der Vergeblichkeit aus. Diese Erfahrung führt zum Gebet um Vergebung. Gott schenkt An-

teil an seiner Ewigkeit, sie bedeutet aber nicht Zeitlosigkeit, sondern ungebrochene Gemeinschaft mit ihm und damit Geborgenheit. So sagt auch Paulus: „Der Tod ist der Sünde Sold, die Gabe Gottes das ewige Leben" (Römer 6,23) und spricht hier eben nicht von einer zeitlosen Existenz oder Unsterblichkeit, sondern von der Aufhebung der Schuld und der neuen, versöhnten Gemeinschaft, die Gott als eine gute Gabe schenkt.

### **Zeiten und Tage**

Das Alte wie das Neue Testament kennen keinen allgemeinen Begriff von Zeit im Sinne eines gegenständlichen Phänomens. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft sind nur interessant im Blick auf die Ereignisse oder Begebenheiten, die anzuzeigen sind. Dies geschieht vielfach durch die Verwendung des Begriffs „Tage" (siehe oben): „In den Tagen Abrahams oder Salomons, alle Tage unseres Lebens". Wo Tage im Plural vorkommt, bedeutet diese Ausdrucksweise „längere Zeit". „Die Tage" schlechthin bedeutet „immerdar", so im Psalm 23,12: „Und ich werde ins Haus des Herrn gehen alle Tage". Für die erwartete Heilszeit wird der Ausdruck „die Tage des Messias" gebraucht. Der „Tag des Herrn" ist der Tag des kommenden Gottes. Mit Tag und Nacht sind bestimmte Wertigkeiten verbunden. Deshalb ist der Gegensatz zu den Tagen nicht die Ewigkeit als zeitlose Erfahrung, sondern es sind die Nächte des Dunkels und der Finsternis.

Das Ende aller Dinge, das „Eschaton", ist der kommende Tag Jahwes, der Tag des Heils. Das Reden von den Tagen ist also jeweils konkret: Die Tage haben ihren eigenen Inhalt und dadurch ihre Wichtigkeit: Die Tage der Schöpfung, die Tage Jahwes, die einmal geschehen werden. Was in jenen Tagen geschehen ist oder geschehen wird, steht in einem Erfahrungsbezug zu unserer Gegenwart, zu unseren Tagen.

### **Zeit und Zeitalter**

So lebt der alttestamentliche Glaube in Hinwendung zu den Tagen der Väter, sieht seine Existenz gegründet auf den Auszug des Volkes aus Ägypten. Ebenso gründet der Christ seine Glaubensexistenz auf die Auferstehung Jesu Christi von den Toten, die geschehen ist. In Hinwendung zu dem, was geschehen ist, empfangen Glaubende ihre Zukunft, den auf sie zukommenden Gott. Der vermeintliche Gegensatz zwischen Natur oder Schöpfung (ohne Geschichte) und Mensch, der Geschichte hat, ist unbekannt. Das Heil Gottes trägt die Weltbelange. Es ist in den Tagen niedergelegt wie die Ordnung der Gezeiten, es ist auf eine Tagelinie der Menschen- und Heilsgeschichte aufgetragen. Am Tag Gottes als endgültigem Ereignis wird es den Naturfrieden, den großen Shalom geben. „Den Menschen der Bibel waren die Zeiten als Tage, Ereignisse zwischen Gott und Welt überhaupt, die das Naturgeschehen ebenso konstituieren wie das Menschengeschehen, deren Heil also der Natur wie den Menschen gilt.

Neben der Rede von Chronos, Zeit als Ablauf, und den Hemera, den Tagen, ist für das Neue Testament der Begriff „Kairos" wichtig: Der Augenblick der Erfüllung, die rechte Zeit, der entscheidende Moment. Als die Zeit erfüllt war, als



der rechte Moment erreicht war, sandte Gott seinen Sohn in diese Welt. Diesen Kairos gilt es sehr oft zu begreifen, er ist der Moment der Entscheidung (Galater 4,4). Man könnte von einem Prozeß, der sich in Phasen vollzieht, sprechen: Die Zeit der Verheißung, die zu Christus hinführt, die Zeit der Erfüllung der Verheißung Gottes in dem Geschehen, das mit Jesus von Nazareth seinen Anfang genommen hat, und die Zeit, die kommt, und schließlich die Erfüllung aller Zeit am Ende der Tage oder am Tag des Herrn, am Tag der Wiederkunft Jesu Christi. Die Ereignisse, die auf diese Weise die uns zugewiesene und zugestandene Zeit qualifizieren, bleiben nicht nur wichtige Augenblicke in der Vergangenheit. Sie werden immer wieder ins Gedächtnis gerufen und prägen die Zusammenkunft der Gemeinde der Glaubenden. Das „Im Namen des Vaters, des Sohnes und des Heiligen Geistes“ bedeutet die Gegenwart Gottes, seine geglaubte und erfahrbare Präsenz.

Man hat bei der Klärung des biblischen Zeitverständnisses versucht, einen grundlegenden Unterschied zwischen den griechischen Vorstellungen von Zeit und dem biblischen Zeitverständnis herausarbeiten zu können. Das griechische Denken sei beherrscht vom Kreislauf der Natur, dem immer wiederkehrenden Sterb und Werde. Das sei das Grundmuster, das man am Blühen, Wachsen, Reifen und Vergehen ablesen könne und das sich nach ewigen Gesetzen vollziehe. Demgegenüber sei das biblische Denken bestimmt von der Vorstellung einer Zeitlinie, auf der sich die Geschichte als Handeln Gottes mit Menschen und Völkern und das entsprechende reagierende Tun der Menschen in Gehorsam oder Auflehnung gegen Gottes Absichten vollziehe. Nach dieser These hätten Gestern, Heute und Morgen auf einer vorstellbaren Linie ihren Platz. Vergangenheit sei das, was einen Abschluß gefunden hat, ohne damit allerdings erledigt zu sein, denn es hat seine Auswirkungen auf heute. Gegenwart sei eben das „Jetzt“, das zu begreifen oder zu ergreifen von entscheidender Bedeutung sein kann, denn es hat auch auf das, was kommt, was auf uns zukommt als Zukunft, Einfluß oder wird davon beeinflusst. (Dazu: Otto Piper, „God in history“, 1938 und Oscar Cullmann, „Christus und die Zeit“, 1946).

Gewiß ist das Kommen Gottes in die Zeit der Menschen die Mitte der Geschichte. Gewiß ist auch, daß Geschichte im zeitlichen Sinn ein vorstellbarer Prozeß ist und daß in den neutestamentlichen Schriften die Zeit, in der wir leben, geprägt ist von dem ersten und zweiten Kommen Jesu Christi. In diesem Äon zwischen seiner Geburt bzw. Auferstehung und seiner Wiederkunft leben wir. Die sonntäglichen Versammlungen der Gemeinde sind geprägt von Ereignissen in der Geschichte und zugleich geordnet durch den Zyklus des Jahres bzw. des Kirchenjahres. Deshalb ist der Unterschied zwischen griechischen Vorstellungen als zyklisch und biblischem Denken als geschichtlich nicht so eindeutig festzustellen.

### **Unser Umgang mit der Zeit - Zeit haben für...**

Der Gebrauch des Zeitbegriffs in unserem Alltag und auch in biblischem Denken ist also wesentlich komplexer, als wir im Anfang unseres Dialoges meinten. In

diesem Zusammenhang gehört auch die Frage nach dem Umgang, unserem Umgang, mit der Zeit. Wir haben von dem Kairos, dem Augenblick der Entscheidung, gesprochen. Zeit kann man also verpassen, den richtigen Zeitpunkt versäumen oder für eine wichtige Entscheidung vermeintlich keine Zeit haben. Keine Zeit haben bedeutet aber Verschllossenheit für Familie, Glück und neue Erfahrungen. Begegnungen und Ereignisse, die Erfahrungen für mein Leben und mein Selbst werden können, ereignen sich in der Zeit, und für sie brauche ich Zeit. Jedes Augenverschließen ist ein Verlust, jede Offenheit ein Gewinn an Zeit. Wer keine Zeit hat, hat auch keine Ewigkeit, und zwar nicht in dem Sinne, daß ihm sein Verhalten hier in der Zeit irgendwann später einmal so oder so gelohnt oder gerügt wird, sondern in dem Sinne, daß er die Erfahrungen versäumt, die die Begegnung zwischen Ewigkeit und Zeit, zwischen Gottes Welt und Menschenwelt, schenken will. Im Alten Testament steht dafür „Eth“, etwa zu übersetzen mit „Zeit für etwas“. In der griechischen Übersetzung des Alten Testaments steht dafür schon der oben genannte Begriff „Kairos“, die Gelegenheit, die es beim Schöpfe zu ergreifen gilt. Der Psalmist betet „Meine Zeit steht in deinen Händen“, das heißt also, daß mein Leben und meine Weltverbindlichkeit von Gott gewirkt sind. Von ihm empfangen ich Zeit für wirkliches Leben, bewußtes Erfahren und verantwortliches Handeln. Durch den Begriff Kairos wird auch vermieden, die Zeit nur als historisch-gegenständlich zu verstehen. Wir haben schon davon gesprochen, daß der Tag Gottes und die Tage der Menschen immer qualitativ gefüllt sind. Die Propheten, Jesus selbst, Johannes und Paulus haben auf den Tag Gottes und auf den Gott, der da kommt und die bevorstehenden Tage Jahwes hingewiesen. In der Rede von den großen Taten Gottes wächst die Gewißheit der Gegenwart Gottes und die Hoffnung auf sein zukünftiges Handeln, auch bis in die fernsten Tage.

In diesem Sinne ist auch der jetzige „Äon“, unsere Zeit, unser Zeitalter, nicht zu verstehen als Gegensatz zum kommenden „Äon“, als wäre das Heute zeitlich und vergänglich und das Künftige zeitlos und unvergänglich. Die Zeit, in der wir leben, also die Welt der Menschen, lebt in der Sünde gegen Gott, die Zeit, die auf uns zukommt, also die „eschatologische Zukunft“, bringt Leben mit Gott in seinem Reich und mit seiner Herrschaft. Der jetzige Äon steht im Zeichen der Schuldverstrickung des Menschen, der kommende ist heilsbestimmt durch Gott. Der kommende Äon wird sich durchsetzen (Markus 10,30), hat für den Gläubigen aber schon begonnen (Galater 1,4 und Hebräers, 5). Das im Alten Testament gebrauchte Wort „Olam“ für Äon bedeutete ursprünglich „fernste Zeit“, und zwar sowohl am Uranfang wie auch am Ende einer Geschichte. Jahwe ist der Gott von Uranfang an bis in die fernste Zeit (Psalm 90) und der „Beritolam“ ist der Bund von der Urzeit an, der bis in die fernste Zeit gelten wird. Statt Unvergänglichkeit könnte man hier besser von Unverbrüchlichkeit sprechen. Die Treue Gottes trägt durch, das ist der entscheidende Aspekt der biblischen Rede von Ewigkeit. Sie umfaßt das Zuvor Gottes, sein Handeln in der Geschichte, sein Handeln heute und auch sein Handeln „an seinem Tage“. Er hat seinen Willen bekundet, an seiner Schöpfung in Treue festzuhalten. Diese Treue wird als Dabeisein Gottes erfahren und wird konkret und als Zusammenfassung seines Wil-

lens der Zuwendung zum Menschen erfahren in der Gestalt Jesu Christi. Von ihm her erweist sie sich immer wieder neu, bis daß er kommt. Diese Treue Gottes ist nicht statisch, von zeitloser Dauer, sondern stetig erneute und in die Zeit hineinwirkende Aktion Gottes. Der Begriff absoluter Ewigkeit als Unvergänglichkeit und zeitlose Umwandelbarkeit ist dem Alten wie dem Neuen Testament im Ganzen anscheinend ebenso fremd wie die zeitliche Beziehung der Vergänglichkeit.

Wer so Zeit begreift als zwischen den großen Tagen Gottes, die geschehen sind, und denen, die verheißen sind, verzweifelt nicht. Für sein Suchen und Finden Gottes gibt es ein „Kairos“, den rechten Augenblick, wann und wo es Gott gefällt. Wir können und brauchen ihn nicht mit eigenen Mitteln zu produzieren; wir lernen so, die Spannung zwischen dem „schon jetzt“ der geschehenen Heilstat Gottes und dem „noch nicht“ seines endgültigen Kommens zu ertragen. Dieses schon jetzt darf sich nicht auflösen und zersetzen lassen, etwa in einem voraussetzungslosen Utopismus, sonst zersetzt sich ebenso das verheißene „noch nicht“ der Vollendung. Insofern kann der glaubende Mensch für Gott offen bleiben.

Die Konfrontation mit dem Phänomen der Zeit kann auch einen unheimlichen Charakter gewinnen. Der Ablauf der Zeit oder die Erfahrung, daß die Zeit leer bleibt, können Angst produzieren. Für unseren Umgang mit der Zeit wird es nicht unwichtig sein, uns erinnern zu lassen daran, daß Gott uns die Gabe gegeben hat, Phänomene zu erkennen und zu benennen. Dazu sei erinnert an jene Stelle aus der Schöpfungsgeschichte (1. Mose 2,19,20), in der Gott dem Menschen den Auftrag im Blick auf seine Mitgeschöpfe gibt: „Denn als Gott, der Herr, gemacht hatte von der Erde allerlei Tiere auf dem Felde und allerlei Vögel unter dem Himmel, brachte er sie zu dem Menschen, daß er sehe, wie er sie nannte; denn wie der Mensch allerlei lebendige Tiere nennen würde, so sollten sie heißen. Und der Mensch gab einem jeglichen Vieh und Vogel unter dem Himmel und Tier auf dem Felde seinen Namen.“ Was für die Tiere gilt, gilt sicher auch für andere Phänomene in unserer Welt: Wir dürfen sie benennen und gewinnen damit Möglichkeiten, mit ihnen richtig umzugehen. Was wir benennen können, lernen wir auch zu beherrschen. Das Unbenennbare ist unheimlich und wird als Gefahr empfunden. Die Kenntnis eines Namens hat große Bedeutung („Rumpelstilzchen“). Die Frage nach der Zeit, die uns beherrscht oder die wir beherrschen, kann hier zur Sprache gebracht werden, die Unklarheiten können benannt werden und damit können wir zur Klärung beitragen. Damit werden der Zeit ihre machtvollen, dämonischen Züge genommen. So kann uns die Beschäftigung mit der Zeit dazu verhelfen, unser Verhältnis zu ihr neu zu ordnen. Unser Umgang mit ihr kann bewußt werden. Jeder von uns erfährt sich vielfach gefordert, er steht im Schnittpunkt mehrerer Ellipsen, die den Beruf, die Familie, den Staat, die Freizeit und viele Organisationen symbolisieren. Jeder dieser Bereiche fordert uns ganz und hundertprozentig. Wer von dem Herrn weiß, der allein auf unsere Zeit und auf unsere Person ein absolutes Recht hat, der gewinnt aus dieser eschatologischen Sicht ein Stück Freiheit und Gelassenheit, auch mit Zeit umsichtig umzugehen, Prioritäten zu setzen und so Zeit zu ge-

winnen für den entscheidenden Augenblick und das, was er beinhaltet.

### **Zeitverständnis im Dialog zwischen Naturwissenschaft und Theologie**

Wie wir gesehen haben, ist für die heutige Theologie Ewigkeit nicht der Gegensatz zur Zeit, bedeutet Ewigkeit, die in die Zeit eingegangen ist, Gottes Nähe und Gemeinschaft mit Ihm, den ungestörten Gottesfrieden, der in Jesus Christus angefangen hat und am Jüngsten Tag seine Vollendung finden wird. Für die Theologie ist Zeit im Sinne von Geschichte nicht etwas, das, abgelöst von der Heilsgeschichte Gottes oder von Gottes Geschichte mit dem einzelnen Menschen, nach unerforschlichen Gesetzen, ablaufe. Verheißungen Gottes und ihre Erfüllung vollziehen sich in der Zeit. Zeit hat keine eigene Mächtigkeit, sondern gehört selbst zur Schöpfung. Jede Personalisierung der Zeit birgt in sich die Gefahr, ihr Herrschaftsansprüche zuzugestehen. Ob diese Einsichten aus der Theologie dem heutigen naturwissenschaftlich geprägten Menschen zugänglich sind, muß das Gespräch erweisen. Georg Picht hat darauf hingewiesen, daß die Diskussion über die Zeit angesichts ihre Komplexität unanschaulich wird und jedem, der sich ernsthaft wissenschaftlich damit befaßt, Schwierigkeiten macht. Zeit begegnet uns in den Erfahrungen, die uns zugänglich sind, nicht so, wie sie in den Natur- und Geschichtswissenschaften der Neuzeit dargestellt sind. Wir erfahren sie nicht in einem eindimensionalen Verlauf, sondern stets in der Differenz ihrer Modi: Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft. Deshalb steht das unsere Wissenschaften beherrschende Bild von der Zeit im Widerspruch zu unserer Erfahrung. Durchdenkt man die Differenz der Modi der Zeit, denen die Differenz der Modalitäten des Seins: Notwendigkeit, Wirklichkeit, Möglichkeit - entspricht, so wird man in einen vieldimensionalen Bereich versetzt, der anschaulich nicht mehr darzustellen ist. Die Bewegung des Denkens muß aber alle Dimensionen der menschlichen Erfahrung durchlaufen, wenn sie die Sphäre der Zeit erkunden soll. (Georg Picht, „Hier und Jetzt“, I, 1980, S. 362 ff.).

Ein Ansatz für die Verständigung zwischen den Wissenschaften kann die Tatsache sein, daß die heutige Theologie sich nicht mehr wie die klassische nur als Wächterin der reinen Lehre im Sinne einer festgeschriebenen Dogmensammlung versteht, während andererseits die Naturwissenschaft sich nicht mit entdeckten und festgeschriebenen Naturgesetzen begnügt. Wo diese verfestigten Ausgangspositionen verlassen werden, macht man erste Schritte aufeinander zu, die den Dialog für beide Seiten ertragreich werden lassen, und zwar nicht nur zum Thema „Zeit“.

Theologen, die ihre Sache zur Sprache bringen, machen dabei Gebrauch von Begriffen unserer Zeit, die stark geprägt sind durch das naturwissenschaftlich-technische Denken. Aussagen der Naturwissenschaftler sind andererseits geprägt durch die Tradition unserer christlich-abendländischen Philosophie und Sprache.

**Anmerkung:** Die wichtigsten Grundgedanken in den obigen Überlegungen verdankt der Vf. Herrn Prof. Carl Heinz Ratschow, besonders in seinem Aufsatz: „Anmerkungen

zur theologischen Auffassung des Zeitproblems" (Zeitschrift für Theologie und Kirche Jhg. 1954, S. 360 ff.).

Karl-Friedrich Saur

### **„Zeit" aus physikalischer Sicht**

Der Begriff „Zeit" spielt eine zentrale Rolle in der jüngeren erkenntnistheoretischen und allgemein-philosophischen Diskussion. In der Dekade von 1969 bis 1979 haben vier große internationale Kongresse stattgefunden, auf denen der Zeitbegriff unter philosophischen, theologischen, psychologischen, physikalischen, meßtechnischen, historischen und künstlerischen Aspekten untersucht wurde („The Study of Time" Bd. I —IV, Berlin, Heidelberg, New York 1972, 1975, 1978 und 1980); und Anfang der 70er Jahre setzte A. M. K. Müller die „präparierte" Zeit in Beziehung zur Überlebenskrise der Menschheit. Damit deutet sich eine Krise in den Wissenschaften an, die mit dem Zeitbegriff zu tun haben. Jedenfalls hat die Geschichte der Physik gezeigt, daß immer dann Grundbegriffe dieser Wissenschaft diskutiert wurden, wenn sie auf unüberwindlich scheinende Schwierigkeiten, an Grenzen der jeweils seitherigen Betrachtungsweise stieß. Zu Beginn unseres Jahrhunderts erwachsen Relativitätstheorie und Quantentheorie als Früchte einer solchen Diskussion, beides Theorien, die entscheidend mit der Zeit zu tun haben.

Es versteht sich fast von selbst, daß dem Zeitbegriff auch und besonders im Rahmen von Betrachtungen über den „eschatologischen Schöpfungsauftrag" eine wesentliche Rolle zukommt. Das Weltgeschehen zwischen Schöpfung und eschaton - physikalisch gesehen zwischen „Urknall" und „Wärmetod" - spielt in der Zeit, ist für uns nicht anders als in der Zeit spielend denkbar. Aber was meinen wir, wenn wir hier „Zeit" sagen? Schwingt nicht in diesem Begriff stets mit die Fülle unseres Erlebens zwischen Geburt und Tod, zwischen unserem Anfang und unserem Ende? Schwingt nicht stets mit unsere „innere Uhr" mit ihrem so ganz und gar nicht konstanten Zeitmaß während unseres Wachsens, Reifens und Alterns? Und stets ist uns darin gegenwärtig die unterschiedliche Qualität der drei Modi der Zeit, die unterschiedliche Bedeutung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft für unser persönliches Leben und Erleben sowie für alles übrige Geschehen. Die „Fülle der Zeit" auszuloten, ist hier nicht die Absicht. Vielmehr wollen wir uns der Frage nach der „Zeit in der Physik" zuwenden: Welche Rolle spielt die Zeit in der Physik? Wie wird unser vorgängiger Zeitbegriff dort präzisiert und zugleich verengt? Wie ist das mit der unterschiedlichen Qualität der Zeitmodi aus physikalischer Sicht? Und schließlich, welche Bedeutung hat das für unser Fragen nach unserem Woher und Wohin, nach der Schöpfung und dem Ziel der Geschichte, hier in umfassendem Sinne verstanden als Naturgeschichte? Legt der Anfang das Ende schon eindeutig fest, ist das Weltgeschehen determiniert? Oder besteht Raum für Freiheit? Ist eine creatio continua neben der creatio prima denkbar, kann es also ein fortwährendes Schöpfungshandeln

neben der „ersten Schöpfung“ geben, und könnte darin vielleicht auch unserem menschlichen Tun und Lassen eine Bedeutung zugemessen sein?

Es mag bezweifelt werden, daß die Physik für solche im Hintergrund stehenden „letzten Fragen“ überhaupt relevant sein kann. Denn sie blendet ja methodisch ab, filtert aus der Wirklichkeit das ihrer Methode gemäße heraus und wird dadurch blind gegen andere Sichtweisen und andere Bereiche des Seins und Geschehens. Gerade das Abblenden oder die Filterfunktion soll im folgenden anhand des Zeitbegriffs in der Physik implizit verdeutlicht werden. Im übrigen läßt sich der Wahrheitsanspruch einer Wissenschaft wie der Physik, die hinsichtlich der Naturerkenntnis im Rahmen ihrer Prämissen unzweifelhaft sehr erfolgreich gewesen ist und noch ist, nicht einfach schlechthin bestreiten, sondern bestenfalls in die Grenzen seiner Voraussetzungen verweisen. Die aber sind nicht immer scharf zu ziehen, weil „in Wirklichkeit“ alles mit jedem verwoben ist und einzelne Bereiche keineswegs immer ungestraft aus den größeren Zusammenhängen herausgelöst werden können. Zeigen sich nicht gerade gegenwärtig die negativen Folgen isolierender Betrachtungsweisen? Deshalb berühren die Antworten auf die Fragen der Physik an die Natur unsere Antworten auf die Fragen, die wir in anderen Bereichen stellen. Der Einheit des Seins muß letztlich auch eine Einheit des Bewußtseins entsprechen. In dieser sollten die Bereiche des rationalen Erkennens und des religiösen Glaubens weder kontradiktorisch einander entgegenstehen noch disjunkt nebeneinander bestehen, sondern sinnvoll zu einem Ganzen zusammengefügt sein.

Man kann die Physik als die Wissenschaft von Raum, Zeit und Materie bezeichnen. Aus dieser Triade von Begriffen, mit denen die Physik zweifellos zu tun hat, ist jedoch der der Zeit derjenige, der am wenigsten Gegenstand physikalischer Untersuchungen ist, wenn wir von der Entwicklung möglichst genauer „Uhren“ zur Zeitmessung einmal absehen. Hauptsächlich beschäftigt sich die Physik mit der Materie, die sie als „im Raum“ und „in der Zeit“ befindlich betrachtet. Dabei wird, zunächst jedenfalls, der „Raum unserer Anschauung“ und die „Zeit unseres Erlebens“ schlicht als gegeben vorausgesetzt, wenn auch nicht ohne Abstraktionen. Auch Kant sah in Raum und Zeit nicht Gegenstände der Physik, sondern Bedingungen der Möglichkeit von Erfahrung überhaupt; dabei räumte er der Zeit als der „formalen Bedingung aller Erscheinungen überhaupt“ gegenüber dem Raum als Bedingung nur äußerer Erscheinungen eine Sonderrolle ein, die sicher unaufhebbar ist. Erst in der Relativitätstheorie werden Raum und Zeit selbst bzw. ihre Strukturen zu Untersuchungsgegenständen der Naturwissenschaft, wobei trotz weitgehender Geometrisierung der Zeit ihrer Sonderrolle Rechnung getragen wird.

In den folgenden Ausführungen werden wir uns zunächst mit der methodisch bedingten Einengung und speziellen Ausprägung befassen, die der Zeitbegriff in der „klassischen Physik“, d. h. hier in der Mechanik und in der Elektrodynamik, erfahren hat, und daran anschließend mit den Änderungen, die die Einsteinsche Relativitätstheorie bewirkt hat. Sodann werden wir sehen, welche besondere Rolle die Zeit in der Thermodynamik, der Wärmelehre, spielt, sowie umgekehrt, welche Rolle die Thermodynamik für den Zeitbegriff spielt. Von dieser werden

wir - das entspricht auch der historischen Entwicklung - zur Quantentheorie geleitet mit ihren fundamentalen Konsequenzen für den physikalischen Zeitbegriff und die mit ihm verbundenen Strukturen der „Wirklichkeit“. Abschließend werden dann noch einige Bemerkungen über „offene Systeme“ hinzugefügt.

Für eine ausführlichere Darstellung sei auf den Sonderdruck unter dem gleichen Titel verwiesen. Hier wie dort sind ausgeklammert die Gebiete der noch sehr im Fluß befindlichen Physik der Elementarteilchen und - damit eng zusammenhängend - der Kosmogonie, zu bezeichnen durch Stichwörter wie „Quarks“ einerseits und „schwarze Löcher“ andererseits. Wiewohl sehr imponierend, sind die zeitlichen Extrapolationen physikalischer Gesetzmäßigkeiten in der Kosmogonie heute kaum über alle Zweifel erhaben. Wenn auch in dieser Kurzdarstellung an einzelnen Stellen im Text nicht völlig auf formal relativ einfache mathematische Formeln verzichtet wird, sollen diese allein dem Verständnis der Zeit im Rahmen des mathematischen Formalismus dienen, der nun einmal die der Physik angemessene „Sprache“ darstellt. Der Leser braucht diese Formeln nicht in ihrem vollen Inhalt zu verstehen. Die in unserem Zusammenhang des Zeitverständnisses nötigen Folgerungen werden jeweils im Text gezogen.

### **1. Klassische Mechanik und Elektrodynamik**

Die im wesentlichen auf Newton (1643-1727) zurückgehende klassische Mechanik steht nicht nur historisch, sondern auch begrifflich am Anfang der Physik. Diese Naturwissenschaft hat sich nach der „kopernikanischen Wende“ zur Neuzeit mit der Loslösung von den antiken Autoritäten, insbesondere der des Aristoteles (384-322 v. Chr.), und mit der Entwicklung einer eigenen Methode herausgebildet. Diese ist gekennzeichnet durch ein enges Zusammenwirken von Praxis und Theorie, von Induktion aus Beobachtungen und Experimenten hin zu einem mathematisch formulierten Naturgesetz und von Deduktion aus einer mathematisch formulierten und daher quantifizierbaren Hypothese oder Theorie hin zu den zu erwartenden Ergebnissen gezielter Experimente mit und an der Natur. Als Vater dieser experimentell-mathematischen, induktiv-deduktiven Methode läßt sich Galilei (1564-1642) ansehen. Er hat aufgrund abstrahierender Betrachtungen gegen den ersten Augenschein und gegen die herrschende Aristotelische Lehre die Behauptung aufgestellt, daß alle Körper gleich schnell fallen (wenn sie nicht durch den störenden Einfluß der Luft, durch den Luftwiderstand also, daran gehindert würden) und hat darüber hinaus das „Fallgesetz“ auch in quantitativer Form angegeben, aufgrund von Versuchen mit Kugeln, die er schiefe Ebenen hinabrollen ließ - nicht also, wie die Legende behauptet, aufgrund von Fallversuchen am schiefen Turm von Pisa. So stehen am Anfang, aber auch im Mittelpunkt der Mechanik die Bewegungsgesetze, nach denen sich die oft als Massepunkte idealisiert gedachten -Körper im Laufe der Zeit relativ zueinander und letztlich relativ zum (absoluten) Raum bewegen, d. h. ihre „Standorte“ kontinuierlich mit der Zeit ändern. Das einfachste ist das „dynamische Grundgesetz“ von Newton: „Kraft gleich Masse mal Beschleunigung“.

Es bezieht sich auf einen einzigen Körper der Masse  $m$  unter der Wirkung einer an ihm angreifenden äußeren Kraft  $F$ : Diese erteilt dem Körper die Beschleuni-

gung  $\vec{a} = d\vec{v}/dt$ , d.h. die Änderung der Geschwindigkeit  $\vec{v}$  pro Zeitintervall  $dt$ , gemäß der Beziehung

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}, \text{ bzw. in allgemeinerer Fassung } \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt},$$

wo  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$  der „Impuls“ des Körpers bei der Geschwindigkeit  $\vec{v}$  ist, die wiederum als zeitliche Änderung des „Ortsvektors“  $\vec{r}$  durch  $\vec{v} = d\vec{r}/dt$  definiert ist; die Pfeile über den einzelnen Größen symbolisieren, daß es sich dabei um „Vektoren“ handelt, die jeweils außer durch einen bestimmten Betrag (z. B. 100 km/h als Geschwindigkeitsbetrag) auch durch eine bestimmte Richtung im Raum - die sich wie der Betrag im Laufe der Zeit ändern kann - gekennzeichnet sind.

Aus diesem Gesetz lassen sich zwei wesentliche Folgerungen ziehen. Erstens: Wenn wir die Kraft, die z. B. aus einem „Kraftgesetz“ wie dem Newtonschen Gravitationsgesetz folgt, zu jedem Zeitpunkt kennen, und wenn wir darüber hinaus den Ort  $\vec{r}_0$  und die Geschwindigkeit  $\vec{v}_0$  des Körpers zu einem beliebigen Zeitpunkt  $t_0$  genau kennen, so lassen sich (durch „Integration“ der Bewegungsgleichung) die Geschwindigkeit  $\vec{v}$  und der Ort  $\vec{r}$  des Körpers zu jedem beliebigen anderen Zeitpunkt, liege er vor  $t_0$  in der Vergangenheit oder später in der Zukunft, mit „beliebiger Genauigkeit“ berechnen. Die Bahn, die der Körper im Laufe der Zeit durchmißt, ist völlig bestimmt durch die mathematischen Gesetze, denen er „gehört“, und durch die „Anfangsbedingungen“, d.h. Ort und Geschwindigkeit, die er „anfänglich“ bzw. zu einem beliebigen Zeitpunkt  $t_0$  besitzt. Einfachstes Beispiel ist das der kräftefreien Bewegung eines Körpers, bei der stets  $\vec{F} = 0$  ist: In diesem Fall bewegt sich der Körper gleichförmig mit konstanter Geschwindigkeit auf einer geraden Bahn. Ein weiteres Beispiel wäre die Bewegung eines Planeten um die Sonne auf einer „Kepler-Ellipse“: Wenn von weiteren Störungen (durch die anderen Planeten) abgesehen wird, durchläuft der Planet relativ zur Sonne immer wieder dieselbe Bahn mit an den einzelnen Bahnpunkten genau festgelegter Geschwindigkeit. Das Bewegungsverhalten des Körpers ist also für alle Zeiten bestimmt, es ist determiniert, folgt gesetzmäßig und eindeutig aus den ihrerseits allerdings kontingenten, „zufälligen“ Anfangsbedingungen. - Auf eine praktische Einschränkung hinsichtlich der Voraussagbarkeit dieses determinierten Verhaltens sei jedoch hingewiesen: Schon das „Dreikörperproblem“, also z. B. die Behandlung eines Systems Sonne mit zwei Planeten, ist allgemein nicht exakt durch „geschlossene Integration“ der Bewegungsgleichungen lösbar, sondern nur mit Hilfe numerischer Methoden. Diese können zwar mit phantastischer „astronomischer Genauigkeit“ durchgeführt werden, wenn man nur eine elektronische Datenverarbeitungsanlage entsprechender Kapazität lange genug rechnen läßt, aber eben nicht mit unendlicher Genauigkeit. Deshalb wird die Genauigkeit einer Vorhersage oder auch einer Nachhersage über die Planetenkonstellation umso unsicherer, auf je entferntere Zeitpunkte sie sich bezieht. Das hebt den „Determinismus“, die Determiniertheit der Planetenbewegung, ihre Festgelegtheit für alle Zeiten, jedoch nicht grundsätzlich auf.

Zweitens: Die Gleichung des dynamischen Grundgesetzes ist - bei gleichzeitiger Richtungsumkehr (gleich Vorzeichenumkehr) der Geschwindigkeit  $\vec{v} = d\vec{r}/dt$  oder



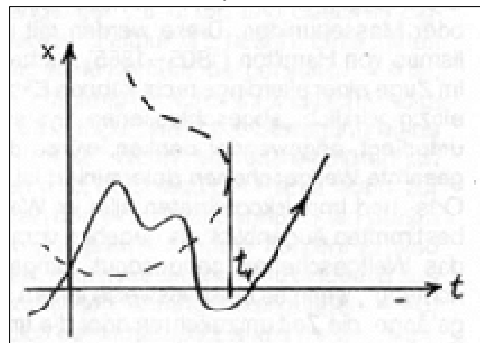
des Impulses  $p = mv$  - der Form nach invariant gegen Zeitumkehr, also gegen die mathematische Transformation oder den Übergang von  $t$  zu  $-t$  bzw. von  $dt$  zu  $-dt$ : Bei dieser Vorzeichenumkehr der Zeitkoordinate ändert sich das Gesetz nicht.. Physikalisch bedeutet das, daß der Körper seine Bahn genauso gut rückwärts durchlaufen könnte, etwa wie man einen Film rückwärts ablaufen lassen kann. Eine solche Rückwärtsbewegung würde durch das gleiche Grundgesetz beschrieben. Während wir uns aber bei einem rückwärtslaufenden Film mit Szenen aus dem täglichen Leben immer wieder über ulkige Folgen von Ereignissen wundern - beispielsweise bei einem umgekehrten Kopfsprung aus dem Wasser heraus -, wäre das bei einem Film, der z. B. die Bewegung eines Planeten um die Sonne herum beschreibt, keineswegs der Fall: Hierbei könnten wir nicht entscheiden, welches die „richtige“ Abspulrichtung des Films wäre. Beim Kopfsprung meinen wir das demgegenüber zu können, weil nämlich hier „irreversible Prozesse“ wie das Abbremsen des Springers durch die Reibung im Wasser eine Rolle spielen. Auf solche Prozesse kommen wir im Kapitel über die Thermodynamik zurück.

Was wir anhand des dynamischen Grundgesetzes für einen Körper unter der Wirkung einer äußeren Kraft festgestellt haben, daß nämlich seine Bewegung für alle Zeiten determiniert, festgelegt ist (Determinismus), und daß die Unterscheidung von Vergangenheit und Zukunft infolge der Zeitumkehrinvarianz der Gleichungen sinnentleert wird, das gilt auch für Systeme von vielen Körpern oder Massepunkten. Diese werden mit Hilfe eines sehr allgemeinen Formalismus von Hamilton (1805-1865) mathematisch behandelt. Wenn wir diesen im Zuge einer allerdings recht kühnen Extrapolation auf das Weltganze als dem einzig wirklich „abgeschlossenen System“, das keinen äußeren Einflüssen unterliegt, angewendet denken, würde das zur Folgerung zwingen, daß das gesamte Weltgeschehen determiniert ist und für alle Zeiten festliegt, falls die Orts- und Impulskoordinaten aller im Weltall vorhandenen Teilchen zu einem bestimmten Augenblick als gegeben vorausgesetzt werden. Außerdem könnte das Weltgeschehen genauso gut „umgekehrt“ ablaufen, in „negativer Zeitrichtung“, wenn es beispielsweise einem sogenannten „Laplace’schen Dämon“ gelänge, die Zeit umzukehren oder die Impulse  $\vec{p}$  aller im Weltall vorhandenen Teilchen gleichzeitig durch  $-\vec{p}$  zu ersetzen, also ihre Geschwindigkeiten umzukehren. Das Weltgeschehen würde dann rückwärts ablaufen und die Welt würde nach entsprechend langer Zeit wieder in ihren Anfangszustand zurückkehren.

Die großen Erfolge der klassischen Mechanik - z. B. in der Himmelsmechanik, anhand deren sie sich weitgehend entwickelt hat - führten zu dem verbreiteten Glauben, daß alles Geschehen in der Natur auf Mechanik zurückführbar sein müßte. Doch schon die Elektrodynamik, die anknüpfend an Faraday (1791 bis 1867) von Maxwell (1831-1879) knapp 200 Jahre nach Newton formuliert wurde, entsprach diesem Glauben nicht mehr. Sie ist jedoch mathematisch „nach dem gleichen Muster gestrickt“ wie die Mechanik, nur daß hier Feldgrößen wie das elektrische Feld  $E$  und das magnetische Feld  $H$  und ihr Zusammenhang mit den elektrischen Ladungen der Elementarteilchen verknüpft werden. Grundlegend hierfür sind die „Maxwellschen Gleichungen“. Dies sind Differentialglei-

chungen nach der Zeit und nach den Raumkoordinaten. Sie beinhalten wiederum den Determinismus des Geschehens wie auch die Zeitumkehrinvarianz, letztere allerdings nur, wenn wir von „Materialgleichungen“ wie dem Ohmschen Gesetz absehen; denn hier kommen wieder irreversible, thermodynamische Vorgänge ins Spiel, von denen man allerdings bei einer wirklich „mikroskopischen“ Beschreibung aller Vorgänge auf der Ebene der Elementarteilchen absehen können müßte. Auf diesen Widerspruch wird in der Thermodynamik zurückzukommen sein. Die Zeitumkehrinvarianz würde auch durch „magnetische Monopole“ in Frage gestellt, deren Existenz bisher aber noch nicht sicher nachgewiesen werden konnte; vielmehr fand man bisher nur „magnetische Dipole“, bei denen eine Teilung nie getrennte Nord- und Südpole, also Monopole, sondern wiederum nur kleinere Dipole mit jeweils Nord- und Südpol ergibt.

In der Mechanik wie in der Elektrodynamik ist die Zeit reduziert auf einen abstrakten Parameter  $t$ , der z. B. die Bahn eines Körpers im Raum durch den Ortsvektor  $\vec{r}(t)$  als Funktion der Zeit zu beschreiben gestattet. Oder die Zeit wird zu einer Koordinate neben den drei Raumkoordinaten „degradiert“, wenn auch gegenüber diesen mit einer gewissen Sonderrolle: Die Zeitkoordinate wird stets nur einsinnig, entweder in aufsteigender oder in absteigender Folge, entweder „vorwärts“ oder „rückwärts“ durchlaufen, während die Raumpunkte in beliebiger Reihenfolge durchlaufen werden können. So ist die durchgezogene Kurve in der nebenstehenden Abbildung eine zulässige, die gestrichelte hingegen eine unzulässige Darstellung einer geradlinigen Bewegung längs der  $x$ -Achse eines Koordinatensystems, müßte doch bei dieser vom Zeitpunkt  $t$ , an die Zeit  $t$  wieder abnehmen!



Abgesehen von dieser mathematischen Reduktion des Zeitbegriffs macht uns in diesen Theorien vor allem ihr deterministischer Charakter zu schaffen: Beruht das fundamentale Erlebnis unserer Entscheidungsfreiheit lediglich auf einer Täuschung? Liegt in Wirklichkeit alles - auch in unserem persönlichen Leben - schon von Ewigkeit her fest? Ist Gott „arbeitslos“ in dieser Welt, oder hat er bestenfalls nur noch „Reparaturarbeiten“ an der „Weltmaschine“ zu leisten, die er etwa irgendwann einmal geschaffen und „aufgewogen“ hat wie ein Uhrmacher ein Uhrwerk? Dies meinte z. B. Newton, womit er sich die spöttische Frage seines Zeitgenossen und Rivalen Leibniz (1646-1716) zuzog, ob denn Gott etwa eine unvollkommene Maschine geschaffen habe? Laplace (1749 bis 1827) jedenfalls hatte die „Hypothese Gott“ in seinem mechanistischen Weltbild nicht mehr nötig. Er konnte sich dabei aber einen allwissenden und rechnenden „Gott“, den später so genannten „Laplace’schen Dämon“, vorstellen, der aus seiner Kenntnis der Orte und Impulse aller Teilchen im Weltall zu einem Zeitpunkt  $t_0$  alles Geschehen in der Vergangenheit zu erschließen und alles zukünftige Geschehen

vorauszusehen in der Lage sei. In einer solchen Welt geschieht eigentlich nichts mehr wirklich, weil alles schon völlig festliegt. Doch war die Physik im Gegensatz zu einer zum Ende des vorigen Jahrhunderts verbreiteten Meinung, die u. a. von Helmholtz (1821 -1894) vertreten wurde, mit den bis dahin vorliegenden Theorien, zu denen außer Mechanik und Elektrodynamik auch noch die Thermodynamik gehört, keineswegs bereits „abgeschlossen“. Vielmehr enthielt sie fundamentale Lücken oder gar Widersprüche, deren Ausfüllung und Auflösung durch Einstein (1879-1955) zur Relativitätstheorie und im Anschluß an Planck (1858-1947) zur Quantentheorie führten.

## 2. Relativitätstheorie

Die Newtonsche Mechanik setzt praktisch als selbstverständlich die Existenz eines „absoluten Raumes“ und einer „absoluten Zeit“ voraus - eines selbst in völliger Ruhe befindlichen, leeren Raumes also, relativ zu dem letztendlich die Bewegung aller Körper erfolgt, und einer Zeit, die überall in diesem Raum in gleicher Weise gleichmäßig abläuft. Raum und Zeit sind als homogen vorausgesetzt, d. h. kein Raumpunkt und kein Zeitpunkt ist gegenüber einem anderen ausgezeichnet. Der Raum ist außerdem auch isotrop, d. h. keine Raumrichtung ist vor einer andern ausgezeichnet. In diesem Raum läßt sich ein relativ zu ihm ruhendes (cartesisches) Koordinatensystem  $K_0$  mit drei senkrecht aufeinander stehenden Achsen denken, bezogen auf das die Naturgesetze die einfachste mathematische Form annehmen. Wegen der Homogenität und Isotropie des Raumes gilt dies auch für alle andern Systeme  $K'_0$ , die ihren Koordinatennullpunkt an anderer Stelle haben und gegenüber  $K_0$  beliebig gedreht sind: Weder auf den Anfangspunkt noch auf die Richtung der Achsen eines solchen Bezugssystems kommt es bei der mathematischen Formulierung der Naturgesetze an. Darüber hinaus sind die Gesetze der klassischen Mechanik auch unabhängig davon, ob sie in Bezug auf  $K_0$  oder  $K'_0$  oder in Bezug auf ein Koordinatensystem  $K$  beschrieben werden, das sich gegenüber jenen mit konstanter Geschwindigkeit geradlinig fortbewegt. Insbesondere ist in solchen „Inertialsystemen“ die „Trägheitsbewegung“ eines kräftefreien Körpers (mit  $F = 0$ ) stets geradlinig und gleichförmig, unabhängig vom (mit  $v = v_0$  seinerseits geradlinig gleichförmigen) Bewegungszustand des Systems selbst. Die Gesetze der klassischen Mechanik sind invariant gegenüber der Transformation oder dem Übergang von einem solchen Inertialsystem in ein anderes. Diesen Sachverhalt nennt man das (spezielle) Relativitätsprinzip. - Beim Übergang zu einem „beschleunigten System“ hingegen treten zusätzliche „Scheinkräfte“ auf wie die Zentrifugalkraft und die Corioliskraft, wenn es sich um ein rotierendes System handelt wie beispielsweise unsere Erde.

Der Übergang von einem solchen Inertialsystem zu einem andern wird in der Newtonschen Mechanik durch die „Galilei-Transformation“ beschrieben. Bewegt sich z. B. ein Zug (System  $K'$ ) mit konstanter Geschwindigkeit  $v$  in der positiven  $x$ -Richtung eines Systems  $K$  (Bahndamm), so besteht zwischen den Raum- und Zeitkoordinaten im Zug  $K'$  und denen des Bahndamms  $K$  die Beziehung  $x' = x - v \cdot t$ ,  $y' = y$ ,  $z' = z$ ,  $t' = t$ .

Insbesondere ist es „selbstverständlich“, daß die „absolute Zeit“  $t$  beim Übergang von  $K$  nach  $K'$  unverändert bleibt.

Wenn man das Relativitätsprinzip mit dieser für die Mechanik geltenden Galilei-Transformation auch auf die Elektrodynamik anwendet, ergibt sich eine Schwierigkeit: Ihre Gesetze sind nicht invariant bezüglich des Übergangs von einem Inertialsystem  $K$  zu einem anderen  $K'$  unter Zugrundelegung dieser Transformation!

An diesem Punkt setzte Einstein an. Hierbei stand er vor der Frage, ob er entweder von der Allgemeingültigkeit eines so allgemeinen Prinzips, wie es das Relativitätsprinzip darstellt, abrücken und es nur auf die Mechanik beschränken sollte, oder ob die zwar noch junge, aber schon glänzend bewährte Elektrodynamik abzuändern sei, oder gar ob an der bereits seit zwei Jahrhunderten erfolgreichen Newtonschen Mechanik anzusetzen sei. Kühnerweise entschloß sich Einstein zu diesem letzten Weg, der durch die spätere Entwicklung der Physik - trotz mannigfacher Widerstände - voll gerechtfertigt wurde. Der „absolute Raum“ und die „absolute Zeit“ wurden dabei entthront, der Begriff der Gleichzeitigkeit wurde relativiert!

Die Elektrodynamik, nicht invariant gegen die Galilei-Transformation, erweist sich hingegen als invariant gegen die nach Lorentz (1853-1929) benannte Transformation, die in unserem einfachen Beispiel der in  $x$ -Richtung gegeneinander bewegten Systeme  $K$  und  $K'$  lautet

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},$$

worin  $c$  die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum bedeutet. Bei der (in diesem Beispiel allein umzuformenden) räumlichen Koordinate  $x$  ist hier neu die im Nenner auftretende Wurzel, aufgrund deren stets die Geschwindigkeit  $v$  kleiner als  $c$  bleiben muß, damit  $x'$  ebenso wie  $x$  reell bleibt. Neu ist aber gegenüber der Galilei-Transformation vor allem, daß auch die Zeit  $t$  in  $t' \neq t$  mittransformiert werden muß. Wir haben also nicht mehr die universell in allen Systemen gleich ablaufende „absolute Zeit“ als Zeit der Physik vor uns! Vielmehr gehen zwei gleiche Uhren, die stets die gleiche Zeit anzeigen, also synchron laufen, wenn sie sich nebeneinander in Ruhe befinden, nicht mehr gleich, wenn sie gegeneinander bewegt werden, wenn sie also relativ zu unterschiedlichen Inertialsystemen ruhen. Das hängt mit der Endlichkeit der Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c$  (300.000 km/s) zusammen, die überdies in allen Inertialsystemen unabhängig von ihrer Relativgeschwindigkeit zueinander den gleichen Betrag hat! Denkt man sich die Lichtgeschwindigkeit hingegen unendlich groß, so geht die Lorentz-Transformation, wie man durch den Grenzübergang  $c \rightarrow \infty$  mit  $v/c \rightarrow 0$  sieht, in die Galilei-Transformation über. Dies gilt näherungsweise auch für  $v/c \ll 1$ , also für im Verhältnis zur Lichtgeschwindigkeit kleine Geschwindigkeiten, wie wir sie normalerweise im täglichen Leben haben, bis hin zu Raketengeschwindigkeiten von größenordnungsmäßig 10 km/s. Denn dann können wir in den Formeln alle Glieder mit  $c^2$  im Nenner weglassen, so daß insbesondere wieder  $t' = t$  wird.

Mit dem Fortfall der absoluten Zeit gibt es auch keine absolute Gleichzeitigkeit mehr. Vielmehr sind räumlich voneinander entfernte Ereignisse, die von einem Inertialsystem aus als gleichzeitig erachtet werden, von einem anderen aus nicht mehr als gleichzeitig anzusehen. Auch dies hängt mit der Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit zusammen sowie damit, daß die „Nachrichten“ (Signale) von solchen Ereignissen nicht schneller als mit Lichtgeschwindigkeit übermittelt werden können. Denn dies ist die maximale Geschwindigkeit, die überhaupt erreicht werden kann (Grenzgeschwindigkeit). Wenn z. B. eine mit 10 km/s auf jemanden zufliegende Rakete nach vorn einen Lichtblitz aussendet, so hat dieser relativ zu jenem „ruhenden Beobachter“ nicht die Geschwindigkeit 300.010 km/s, sondern ebenfalls nur 300.000 km/s, genau so, als ob er von einer neben dem Beobachter stehenden ruhenden Blitzlampe ausgesandt worden wäre.

Es gilt nämlich nicht mehr das uns geläufige „Galileische Additionstheorem“ für die Überlagerung von zwei Geschwindigkeiten. Nach diesem hätte z. B. ein Fußgänger, der sich mit der Geschwindigkeit  $w$  in einem mit  $v$  fahrenden Zug nach vorn bewegt, gegen den Bahndamm die Gesamtgeschwindigkeit  $v' = v + w$ , was uns eigentlich als selbstverständlich erscheint. Nach der Relativitätstheorie gilt aber statt dessen  $v' = (v + w)/(1 + vw/c^2)$ , was mit  $vw/c^2 \rightarrow 0$  wieder die vorige Formel als Grenzfall ergibt, hingegen mit  $v \rightarrow c$  oder  $w \rightarrow c$  erhalten wir  $v' = c$  als nicht überschreitbare Grenzgeschwindigkeit! Wäre die Lichtgeschwindigkeit nicht so groß, hätte gewiß schon Newton bemerkt, daß die einfachen Formeln seiner Mechanik nur für sehr kleine Geschwindigkeiten gelten, und er hätte vielleicht schon seinerseits die Relativitätsmechanik formuliert.

Auf die nötigen Abänderungen der klassischen Mechanik Newtons durch die relativistische Mechanik Einsteins - wie die bekannte Geschwindigkeitsabhängigkeit der Masse, die Masse-Energie-Äquivalenz und sonstige Einzelheiten - sei in dieser kurzen Darstellung nicht eingegangen. Entscheidend ist in unserem Zusammenhang, daß Zeit und Gleichzeitigkeit keine absoluten, vom Standpunkt eines messenden Beobachters unabhängige Begriffe mehr sind. Das führt dazu, daß weder der räumliche noch der zeitliche Abstand zweier „Ereignisse“, deren jedes durch die Angabe der drei Ortskoordinaten  $x = x_1, y = y_2, z = x_3$  und der Zeitkoordinate  $t$  bzw.  $x_4 = ict$  (mit  $i = \sqrt{-1}$ ) vollständig beschrieben wird („ein Körper befindet sich zur Zeit  $t$  am Ort  $x_1, x_2, x_3$ ), absolut, d. h. unabhängig vom Bezugssystem ist. Absolut ist hingegen der „raum-zeitliche Abstand“  $s$  zweier Ereignisse bzw. sein Quadrat

$$s^2 = \Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \Delta x_3^2 - c^2 \Delta t^2 = \Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \Delta x_3^2 + \Delta x_4^2$$

$$= \Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \Delta x_3^2 - c^2 \Delta t^2 = \Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \Delta x_3^2 + \Delta x_4^2,$$

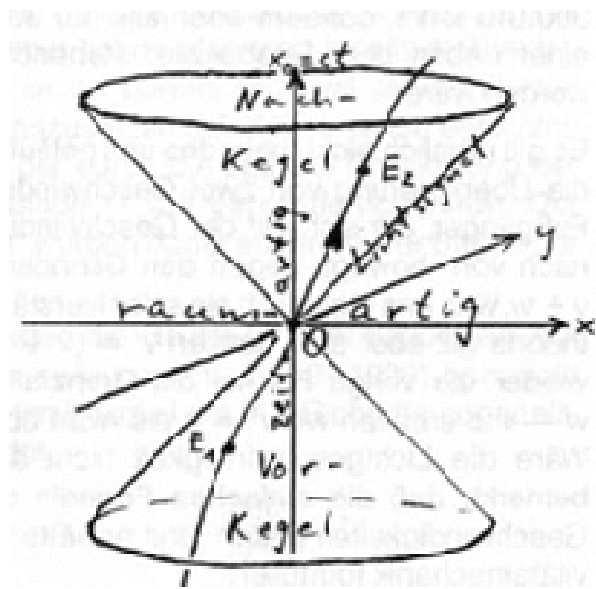
mit  $\Delta x_1 = x_{11} - x_{12}, \Delta x_2 = x_{21} - x_{22}, \dots, \Delta t = t_1 - t_2$  und entsprechend für die Differenzen der gestrichelten Koordinaten ( $\Delta x'_k$ , wobei sich der zweite Index in  $x_{11}, x_{12}$  usw. auf Ereignis 1 bzw. 2 bezieht).

Gerade mittels der Einführung der Koordinate  $x_4 = ict$ , die auf Minkowski zurückgeht (1864-1909), wird hier die Zeitkoordinate weitgehend den Raumkoordinaten angeglichen und damit „geometrisiert“, wenn sie auch dadurch ausgezeich-

net bleibt, daß sie im Gegensatz zu dieser imaginär ist, wie das Auftreten des Faktors  $i = \sqrt{-1}$  zeigt.

Was bleibt, ist der streng deterministische Charakter des „Geschehens“. Dies wird in der vierdimensionalen Raum-Zeit-Welt Minkowskis auf ein starres Gerüst von „Weltlinien“ reduziert, deren jede vollständig festliegt und damit festlegt, wann der ihr zugeordnete Körper (z. B. ein Elementarteilchen) wo ist. Reduzieren wir die Zahl der Dimensionen um eine und betrachten wir die Bewegung in der x-y-Ebene, wobei zum (willkürlichen) Zeitpunkt  $t = 0$   $x = y = 0$  sei, so ist die Weltlinie eines Lichtquants durch eine Mantellinie auf dem in der Abbildung dargestellten 45°-Kegel um die  $x_0 = ct$ -Achse gegeben. Ein massebehafteter Körper hat eine Weltlinie innerhalb dieses „Lichtkegels“, und weil stets  $v < c$  sein muß, schließt die „Bahntangente“ an jedem Ereignispunkt mit der  $x_0$ -Achse einen Winkel von weniger als 45° ein.

Ereignisse, die innerhalb des „Vorkegels“ oder des „Nachkegels“ liegen, werden als „zeitartig“ liegend bezeichnet, während die übrigen „raumartig“ genannt werden. Nur Ereignisse im Vorkegel können das Ereignis im Nullpunkt bei  $x = y = 0$  und  $t = 0$  beeinflussen, es selbst kann nur einwirken auf Ereignisse im Nachkegel. Denn keine von ihm ausgehende Wirkung kann sich schneller als mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen.



Raumartige Ereignisse hingegen haben keinerlei Beziehung zum „Nullpunktsereignis“. Jedes raumartige Ereignis, das vom vorliegenden System K aus betrachtet als früher oder als später liegend erscheint als das im Nullpunkt, kann aber durch einen geeigneten Übergang zu einem anderen, relativ zu K bewegten Inertialsystem K' von diesem System aus beurteilt zu einem mit dem „Nullpunktsereignis“ gleichzeitigen gemacht werden! Da diese Ereignisse wegen der Lichtgeschwindigkeit als nicht überschreitbarer Grenzgeschwindigkeit nicht in Wechselwirkung miteinander treten können, ist dies kein Widerspruch zur Kausalordnung.

Die Kausalordnung bleibt für zeitartige Ereignisse erhalten: Wenn das Ereignis  $E_1$  zur Zeit  $t_1$  das Ereignis  $E_2$  zur Zeit  $t_2$  kausal bedingt (so daß also  $t_2 > t_1$  ist), so gilt auch in jedem anderen Inertialsystem K', daß  $t'_2 > t'_1$  ist. Die zeitliche Reihenfolge der Ereignisse wird also nicht geändert. Die im vorigen Kapitel besprochene Zeitumkehrinvarianz der Naturgesetze bleibt unberührt.

Durch die Relativierung der Gleichzeitigkeit ist eine Voraussetzung des Laplace'schen Weltbildes entfallen: Wir können den „Zustand“ der Welt, also die Orte und Impulse aller Teilchen im Weltall, grundsätzlich nicht zu einem Zeitpunkt  $t_0$  überblicken. Vielmehr ist jeder Blick auf räumlich entfernte Ereignisse für uns

ein Blick in die mehr oder minder ferne Vergangenheit, weil Nachrichten von dort nicht momentan, sondern maximal mit Lichtgeschwindigkeit zu uns gelangen. Ein „Laplace’scher Dämon“, der aus der Kenntnis eines Zustandes zur Zeit  $t_0$  alle vorhergehenden und zukünftigen Zustände der Welt berechnen wollte und damit das festgefügte Gewirr aller Weltlinien, das das „Weltgeschehen“ beschreibt (das den Namen „Geschehen“ eigentlich nicht mehr verdient), überblicken würde, müßte also völlig außerhalb des Raum-Zeit-Kontinuums stehen und über „Kommunikationsmittel“ verfügen, die wir innerhalb desselben nicht vorfinden.

Wenn nun diese Welt „Schöpfung“ ist, dann ist es keine Schöpfung **in** der Zeit. Vielmehr sind Raum und Zeit und auch „Materie“ so eng miteinander verknüpft, daß sie zusammen geschaffen sein müssen, wie es schon Augustin erahnt hat: „Und ich sah, daß jegliches recht an seinem angewiesenen Ort, aber auch recht in seiner Zeit ist, und daß Du, der allein Ewige, nicht erst nach unermeßlichen Zeiträumen zu wirken begonnen hast, da ja alles, was nur immer Zeit heißt, sie sei vergangen oder werde erst vergehend sein, dies Gehen und Kommen hat, nur weil Du bist, (ewig) wirkend und (ewig gleich) verharrend.“ (Confessiones, 7. Buch, Kap. 15). Gott schuf „zu Anfang“ also die Welt mit der Zeit oder besser „mit den Zeiten“, und er schafft „seitdem“ im Sinne einer creatio continua in die Räume und in die Zeiten hinein, selbst alle diese Räume und Zeiten transzendierend.

### 3. Thermodynamik

Die Thermodynamik oder Wärmelehre hat sich zeitlich etwa parallel zur Elektrodynamik im wesentlichen im vorigen Jahrhundert entwickelt, nachdem man sich von der Vorstellung gelöst hatte, daß Wärme ein andere Stoffe durchdringender eigener Stoff sei, und sie als Energieform erkannt hatte. Die Thermodynamik hat mit einem Begriff zu tun, der weder in der Mechanik noch in der Elektrodynamik vorkommt, dem Begriff der Temperatur. Gegenüber der subjektiven Empfindung „kalt - warm - heiß“ war Temperatur in physikalischem Sinne erst einmal zu quantifizieren. Dies geschah mittels der Wärmeausdehnung von Quecksilber und durch die Festlegung willkürlicher Fixpunkte, für die Celsius (1701-1744) den Gefrierpunkt und den Siedepunkt des Wassers bei Normaldruck wählte, wobei er deren „Abstand“ auf der Thermometerskala in hundert gleiche Teile, in „100°C“ also, einteilte.

Eine Temperatur ist nur definiert für Körper, Flüssigkeiten oder Gase, die im Volumenelement sehr viele Atome oder Moleküle enthalten, typischerweise Größenordnungsmäßig etwa  $10^{19}$  bis  $10^{23}$  Moleküle pro Kubikzentimeter -einzelnen Molekülen kann keine Temperatur zugeordnet werden. Wenn wir von der Celsius-Temperaturskala zur „absoluten Temperatur“  $T$  übergehen, indem wir den Nullpunkt auf  $-273,15^\circ\text{C}$  verschieben, was „0 Kelvin“ (K) entspricht, so gilt, daß diese absolute Temperatur der mittleren kinetischen Energie der Moleküle des beispielsweise betrachteten Gasvolumens proportional ist:

$$T \sim \frac{1}{2} \cdot m \overline{v^2} = \overline{E_{\text{kin}}} .$$

Da  $\vec{v}^2$  stets positiv ist, kann es keine negative absolute Temperatur geben, und wenn alle Moleküle ruhen ( $v = 0$ ), wäre auch  $T = 0$ . Dieser „absolute Nullpunkt“ kann experimentell allerdings nur näherungsweise erreicht werden.

Jedermann kennt nun die Erscheinung, daß die Energieform „Wärme“ stets nur von einem Körper höherer Temperatur auf einen mit ihm in „Wärmekontakt“ gebrachten Körper niedrigerer Temperatur übergeht, aber nicht umgekehrt. Dabei findet im Laufe der Zeit ein Temperatúrausgleich statt, bis schließlich beide Körper die gleiche Temperatur aufweisen. Der umgekehrte Prozeß, daß der eine Körper noch heißer und dafür der andere kälter wird, kommt in der Natur nicht vor.

Der Vorgang ist offenbar nicht umkehrbar, er ist „irreversibel“, im Gegensatz zu den grundsätzlich umkehrbaren Vorgängen in der Mechanik und Elektrodynamik. Dies spiegelt sich auch in der „Wärmeleitungsgleichung“ wider, die im Gegensatz zu den Grundgleichungen der Mechanik und Elektrodynamik nicht invariant gegen Zeitumkehr ist! Noch eine weitere wichtige Eigenschaft haben solche Ausgleichsvorgänge wie der Temperatúrausgleich zwischen zwei anfangs unterschiedlich temperierten Körpern: Sie „löschen die Geschichte aus“! Wenn wir z. B. zwei nebeneinanderstehende Wassertöpfe im Gleichgewicht, also auf gleicher Temperatur, vorfinden, so können wir nicht sagen, ob oder gar wann sie je einmal im „Nichtgleichgewicht“ auf unterschiedlichen Temperaturen gewesen sein mögen - während wir doch in der Mechanik und Elektrodynamik aus der Kenntnis eines Zustandes eindeutige Aussagen über frühere Zustände machen können.

Freilich verstehen wir unter „Zustand“ in der Thermodynamik etwas anderes als in der Mechanik. In dieser ist der „Zustand“ z. B. eines abgeschlossenen Gasvolumens gekennzeichnet durch die Angabe der Orte und Geschwindigkeiten bzw. Impulse aller Moleküle. Wegen der großen Zahl der Moleküle ist die Kenntnis eines solchen Zustands natürlich de facto gar nicht möglich. Die Thermodynamik gibt sich deshalb damit zufrieden, den Zustand des Gases durch makroskopisch meßbare „Zustandsgrößen“ wie den Druck  $p$ , das Volumen  $V$ , die Temperatur  $T$  und den Gehalt an „innerer Energie“  $U$  zu charakterisieren. Diese sind nicht alle unabhängig voneinander, sondern durch „Zustandsgleichungen“ miteinander verknüpft, so z. B. durch die bekannte allgemeine Zustandsgleichung  $pV/T = \text{const}$  bei idealen Gasen. Dabei sind die Zustandsgrößen der Thermodynamik in dem Sinne „geschichtslose“ Größen, als sie unabhängig sind von dem Weg, den das System in der Vergangenheit durchlaufen hat, um in den jeweils vorliegenden Zustand zu gelangen.

Die Irreversibilität von Vorgängen läßt sich dadurch kennzeichnen, daß die zusätzlich zu den obigen von Clausius (1822-1888) eingeführte Zustandsgröße „Entropie“  $S$  im Laufe der Zeit zunimmt:

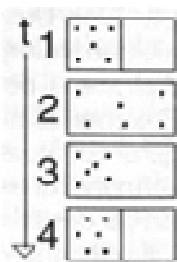
$$\Delta S = S(t_2) - S(t_1) \geq 0 \text{ für } t_2 > t_1 ,$$

wo also  $t_2$  den späteren Zeitpunkt darstellt. Das Gleichheitszeichen in dieser Re-



lation gilt nur für reversible Vorgänge, Vorgänge also, die wieder vollständig rückgängig gemacht werden könnten, was jedoch praktisch stets nur näherungsweise zu realisieren ist. Damit wird - im Unterschied zu Mechanik und Elektrodynamik - in der Thermodynamik eine Zeitrichtung ausgezeichnet: Die Richtung aus der Vergangenheit in die Zukunft der Zeit entspricht der Richtung wachsender Entropie in einem abgeschlossenen System. Die Entropie in einem solchen System, das gegen Wechselwirkungen mit der Umgebung völlig abgeschirmt ist, nimmt solange zu, bis im Innern des Systems „thermodynamisches Gleichgewicht“ erreicht ist, d. h. überall die gleiche Temperatur und der gleiche Druck herrscht. Beziehen wir das auf ein Gasvolumen, so werden die Moleküle in dem ihnen zur Verfügung stehenden Raum völlig ungeordnet hin- und herschwirren und miteinander zusammenstoßen, ohne daß Dichte- und Temperaturunterschiede zwischen Teilvolumina auftreten. Maximale Entropie für das System heißt zugleich, daß es sich im Zustand maximaler „Unordnung“ befindet, der zugleich ein Zustand maximaler „thermodynamischer Wahrscheinlichkeit“ ( $W$ ) ist, mit der die Entropie - anschließend an Boltzmann (1844-1906) - über die Beziehung  $S = k \cdot \ln W$  verbunden ist, in der  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$  die später nach ihm benannte „Boltzmann-Konstante“ bedeutet.

Wie verträgt sich nun die „Unmöglichkeit“ von Prozessen mit  $\Delta S < 0$ , mit Entropieabnahme im Laufe der Zeit in einem abgeschlossenen System also, mit der Mechanik, deren Gesetze doch die Bewegung der Moleküle in dem System eindeutig bestimmen sollen? Eigentlich gar nicht! Im Grunde ist aber ein Prozeß mit  $\Delta S < 0$  nicht unmöglich, sondern lediglich sehr unwahrscheinlich! Um das zu verdeutlichen, betrachten wir das folgende Beispiel: In einem geschlossenen Kasten mit einer Trennwand in der Mitte mögen sich in der linken Hälfte  $N$  Moleküle eines Gases befinden, und zwar zur Zeit  $t_1$  im thermodynamischen Gleichgewicht bei der Temperatur  $T_1$  und dem Druck  $p_1$ . Entfernen wir nun die Trennwand, so dehnt sich das Gas in die vorher leere rechte Hälfte hinein aus. Nach einer Weile wird es sich zur Zeit  $t_2$  im ganzen Kasten wieder im thermodynamischen Gleichgewicht mit  $T_2$  und  $p_2$  befinden. Wie man zeigen kann, erhöht sich dabei die Entropie um  $\Delta S = R \cdot \ln 2$  ( $R =$  allgemeine Gaskonstante), wenn es sich um 1 Mol des Gases mit  $N = 6 \cdot 10^{23}$  Molekülen im Kasten handelt. Daß das sich selbst überlassene Gas von sich aus einmal wieder in den ursprünglichen Zustand übergeht, sich also von selbst wieder in der linken Hälfte konzentriert, scheint uns ausgeschlossen.



Wie sieht es aber aus, wenn wir statt  $6 \cdot 10^{23}$  Moleküle nur beispielsweise 6 in der linken Hälfte haben und dann den Versuch wiederholen? Dann kann es durchaus sein, daß sich die Moleküle plötzlich zufällig wieder in der linken Hälfte befinden, so daß wir die Trennwand rasch und ohne Arbeitsaufwand gegen den Druck des Gases wieder hineinschieben können, womit der ursprüngliche Zustand im thermodynamischen Sinne wiederher-

gestellt wäre. Da aber die Konzentration in der linken Hälfte ein Zustand geringerer Wahrscheinlichkeit ist als die mehr oder weniger gleichmäßige Verteilung

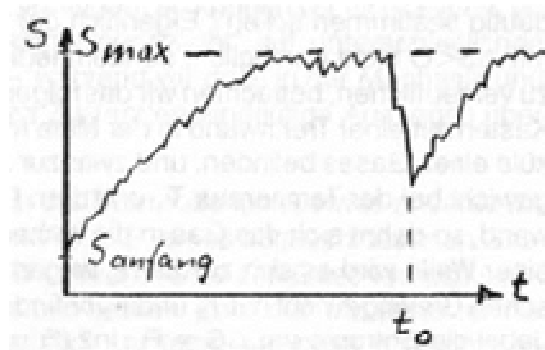
im ganzen Raum, nimmt bei diesem Konzentrationsvorgang die Entropie ab statt zu. Ein solcher Prozeß ist also keineswegs unmöglich, sondern nur umso unwahrscheinlicher, je mehr Teilchen daran beteiligt sind!

Wegen solcher „statistischer Schwankungen“ ist also grundsätzlich wiederum doch keine Zeitrichtung vor der andern ausgezeichnet, sondern sind Vergangenheit und Zukunft symmetrisch auch unter thermodynamischen Gesichtspunkten, da in beiden Zeitrichtungen sowohl  $\Delta S > 0$  als auch  $\Delta S < 0$  prinzipiell möglich ist. Daß „im ganzen“ überwiegend eine Zunahme der Entropie in wachsender Zeitrichtung erfolgt, hängt damit zusammen, daß **anfangs** ein Zustand niedriger Entropie vorhanden war.

Wenn wir in obigem Beispiel mit nicht zu vielen Molekülen im Kasten die Trennwand nicht ganz herausnehmen, sondern nur ein sehr kleines Loch hineinbohren, wird es relativ lange dauern, bis das neue Gleichgewicht eingestellt ist. Bis dahin werden im allgemeinen mehr Moleküle von links nach rechts durch das Loch hindurchtreten, wobei die Entropie zunimmt, als umgekehrt. Doch kann es ab und zu auch einmal kurzfristig umgekehrt sein, wodurch die Konzentration links kurzzeitig erhöht wird, obwohl dieser Zustand unwahrscheinlicher ist und die Entropie dabei abnimmt. Insgesamt wird die Entropie nicht gleichmäßig, sondern mit statistischen Schwankungen zunehmen, und in Gleichgewichtsnähe, d. h. bei etwa gleicher Moleküldichte in beiden Hälften, sind diese sogar ausschlaggebend und es ist  $\Delta S < 0$  ebenso möglich wie  $\Delta S > 0$  mit wachsender Zeit (siehe nebenstehende Abbildung).

Einmal auf das Weltganze bezogen, das ja das einzige wirklich abgeschlossene System darstellt, bedeutet die von uns durchgängig festgestellte Entropiezunahme, daß sich die Welt mit ihren Teilsystemen noch in einem Zustand geringer Entropie befindet, indem sie von einem solchen noch geringerer Entropie herkommt. Hierzu bemerkt

Friedrich Hund: „Der große Ausschnitt aus dem Universum, den wir überblicken, ist in einem Zustand sehr niedriger Entropie - einem ‚sehr unwahrscheinlichen‘ Zustand. Er geht in Zustände höherer Entropie, ‚wahrscheinlichere‘ Zustände, über. Wir müssen annehmen, daß er aus einem noch unwahrscheinlicheren früheren Zustand hervorgegangen ist. Von den beiden Zeitrichtungen nennen wir die mit den unwahrscheinlicheren Zuständen Vergangenheit. ... Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik ist kein ‚allgemeines Grundgesetz‘; es ist vielmehr eine Aussage, die in unserer besonderen ‚kosmologischen Situation‘ niedriger Entropie gilt. Eine Unsymmetrie zwischen den beiden Zeitrichtungen ist in den allgemeinen Naturgesetzen nicht zu finden. Aber sie ist ein Faktum in der wirklichen Welt; sie ist bedingt durch ein anderes Faktum dieser Welt, nämlich ihre niedrige Entropie. Das erste Entstehen der voraufgegangenen Zustände noch niedrigerer Entropie ist physikalisch nicht zu verstehen.... Modelle des Weltganzen



können frühestens mit der Entropie Null beginnen. Die Vergangenheit ist diejenige der beiden Zeitrichtungen, die eine Grenze hat. . . . Vergangenheit und Zukunft sind deshalb so kraß verschieden, weil die Welt noch sehr jung ist."\*)

\*) In „The Study of Time“ Bd. I, S. 49.

Erst in ferner Zukunft droht der Welt der „Wärmetod“ als Gleichgewichtszustand, in dem alle Temperaturunterschiede ausgeglichen sein werden. Dann gibt es nur noch statistische Schwankungen in Gleichgewichtsnähe. Sollte eine solche - wie unwahrscheinlich auch immer das sein möge - einmal ausreichend groß sein, könnte sie den Ansatzpunkt für eine „neue Schöpfung“ bilden! In der auf ein einfaches System eines Kastens mit nur wenigen Molekülen bezogenen Abbildung (s. S. 60) ist das qualitativ dargestellt. Der Zeitpunkt einer großen statistischen Schwankung ist mit  $t_0$  gekennzeichnet. Während in Gleichgewichtsnähe ( $S_{\max}$ ) die statistischen Schwankungen Abnahme ebenso wie Zunahme der Entropie zulassen, nimmt ab  $t_0$  die Entropie wieder überwiegend zu, ähnlich wie es nach dem „ersten Anfang“ gewesen ist.

#### 4. Quantentheorie

Ähnlich wie die Relativitätstheorie darauf beruht, daß die Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c = 300.000 \text{ km/s}$  eine Grenzgeschwindigkeit darstellt, die nicht überschritten werden kann, beruht die Quantentheorie auf dem Faktum, daß es eine untere Grenze gibt für die „Wirkung“, die als Produkt aus Energie und Zeit definiert ist. Diese untere Grenze stellt das „Planck'sche Wirkungsquantum“  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{Ws}^2$  dar, zu dessen Einführung sich Planck (1858-1947) genötigt sah, um die Energieverteilung in der elektromagnetischen Strahlung eines „Hohlraumstrahlers“ in Übereinstimmung mit der experimentellen Erfahrung formelmäßig exakt zu erfassen. Dies war auf der Grundlage der „klassischen Physik“ allein, also ohne die Einführung einer solchen „Quantelung“ der Wirkung, nicht gelungen.

Wie die Beschränkung der Geschwindigkeiten nach oben durch die Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit  $c$ , so hat auch die Beschränkung der Wirkung nach unten durch die Endlichkeit von  $h$  erhebliche Konsequenzen, und zwar wegen der Kleinheit dieses Wirkungsquantums vor allem auf der „submikroskopischen“, atomaren Ebene. Schon 1905, fünf Jahre nach Plancks bahnbrechender Leistung, stellte Einstein die allgemeine „Lichtquantenhypothese“ auf, nach der elektromagnetische Strahlung der Frequenz  $\nu$  „sich in wärmetheoretischer Hinsicht so verhält, wie wenn sie aus voneinander unabhängigen Energiequanten von der Größe  $h \cdot \nu$  bestünde“.

Obwohl man mit Licht oder allgemeiner mit elektromagnetischer Strahlung Beugungs- und Interferenzversuche durchführen kann, was einen Nachweis der Wellennatur dieser Erscheinung darstellt, weil Wellen sich teilweise verstärken und teilweise auslöschen können, so daß u. U. „Licht + Licht = Dunkelheit“ ergibt, gibt es andererseits auch Effekte, die sich nur mit der Quantenhypothese erklären lassen, wie z. B. der lichtelektrische oder Photo-Effekt, also das Heraus-

schlagen von Elektronen aus Metallen durch auftreffende elektromagnetische Strahlung ausreichend kurzer Wellenlänge. Elektromagnetische Strahlung hat also sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter, sind doch im Gegensatz zu den räumlich stets ausgedehnten Wellenerscheinungen die Quanten  $h \cdot \nu$  wie Teilchen als räumlich eng lokalisiert anzusehen. Dieser „Welle-Teilchen-Dualismus“ der elektromagnetischen Strahlung, insbesondere des Lichts, war aufgrund der inneren Widersprüchlichkeit eine Vorstellung, die zunächst auf Ablehnung stieß (auch bei Planck) und sich dann erst langsam durchsetzte. Später wurde sie auf die Materie ausgedehnt. In der Tat lassen sich auch mit Teilchenstrahlen, z. B. mit Elektronenstrahlen wie in der Fernrohröhre, Beugungs- und Interferenzversuche durchführen, die nur nach dem „Wellenbild“ erklärbar sind. Teilchenbild und Wellenbild sind „komplementäre“, sich einerseits gegenseitig ausschließende, andererseits aber sich ergänzende Aspekte, mit Hilfe deren wir das Geschehen auf der atomaren Ebene noch mehr oder weniger anschaulich „begreifen“ können, während im Grunde nur noch abstrakte, nicht mehr anschauliche mathematische Modelle und Formalismen weiterhelfen. Wäre das Wirkungsquantum  $h$  entsprechend viel größer, könnte man solche Wellenerscheinungen beispielsweise schon an fliegenden Tennisbällen beobachten. Dann aber würde die klassische Newtonsche Mechanik, die die wohldefinierten Bahnen oder „Trajektorien“ dieser Objekte beschreibt, und würde auch die Relativitätsmechanik mit ihren „Weltlinien“ gar nicht möglich sein! Denn dann wäre das Geschehen schon auf dieser „makroskopischen“ Ebene nicht mehr mit den deterministischen Vorstellungen und Begriffen zu erfassen, wie sie diesen Theorien zugrunde liegen. Die Quantenmechanik, die die „Wirklichkeit“ auf der mikroskopischen oder besser submikroskopischen Ebene richtig beschreibt, hat nämlich eine andere Struktur als die klassische und die Relativitätsmechanik - mit weitreichenden Konsequenzen, auch für die mit dem Begriff der Zeit zusammenhängenden Probleme.

In dieser Theorie - genauer: in der „Schrödinger-Darstellung“ derselben, neben der es auch noch die „Heisenberg-Darstellung“ gibt, wobei letztlich aber beide Darstellungen mathematisch äquivalent sind - wird der „Zustand“ eines Systems von Teilchen ganz anders als in der klassischen Mechanik oder in der Relativitätsmechanik durch eine komplexwertige, also einen Real- und einen Imaginärteil umfassende, „Wellenfunktion“  $\psi$  der Ortsvariablen und der Zeit beschrieben, die die Lösung der zugehörigen Schrödingerschen Wellengleichung dargestellt. Diese Gleichung ist übrigens nicht invariant gegenüber Zeitumkehr, so daß keine Symmetrie zwischen Vergangenheit und Zukunft besteht. Sie legt aber für die  $\psi$ -Funktion ein deterministisches Verhalten fest. Daraus folgt jedoch, anders als in der klassischen Mechanik, **nicht**, daß das zugrunde liegende, so beschriebene „Geschehen“ selbst determiniert wäre. Denn die  $\psi$ -Funktion selbst ist keine „beobachtbare Größe“, der selbst physikalische Realität beizumessen wäre. Das spiegelt sich schon in ihrem komplexen Charakter wider, darüber hinaus aber auch darin, daß sie für ein Mehrteilchensystem nicht im dreidimensionalen Raum unserer Anschauung, sondern in einem

höherdimensionalen Konfigurationsraum definiert ist. Bezogen auf **ein** Teilchen läßt sich das Betragsquadrat der Wellenfunktion als „Wahrscheinlichkeitsdichte“ im dreidimensionalen Raum deuten, und der Ausdruck  $|\psi(x, y, z, t)|^2 \cdot dV$  gibt die Wahrscheinlichkeit dafür an, das Teilchen zur Zeit  $t$  an der Stelle  $(x, y, z)$  im Raumelement  $dV = dx dy dz$  zu finden. Die determinierte zeitliche Entwicklung von  $\psi$  läßt also nur Aussagen über die zukünftige Entwicklung der Wahrscheinlichkeitsverteilung zu, nicht eine Aussage darüber, wo sich das Teilchen zu einem bestimmten späteren Zeitpunkt  $t$  „wirklich befinden wird“, wie das in der klassischen Mechanik der Fall war.

Die beobachtbaren Größen oder „Observablen“ wie Ort, Impuls, Energie, Drehimpuls usw. werden in dieser Theorie durch (Differential-)Operatoren wiedergegeben, über deren zukünftige (reelle) Werte i.a. keine genauen Aussagen gemacht werden können. Vielmehr können nur Mittelwerte mit einer mehr oder weniger großen „Fehlerbreite“ vorausgesagt werden! Außerdem sind solche Observablenmittelwerte nicht unbedingt gleichzeitig mit beliebiger Genauigkeit zu bestimmen. Insbesondere lassen sich Ort und Impuls eines Teilchens nicht gleichzeitig genau bestimmen. Denn es gilt die berühmte Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation\*) für die „Fehlerbreiten“ der Ortskoordinaten ( $q_k$ ) und der Impulskoordinaten ( $p_k$ ):

$$\Delta q_k \cdot \Delta p_k = h/4\pi.$$

Das bedeutet, daß je genauer der Ort bestimmt ist, also je kleiner  $\Delta q_k$  ist, desto größer  $\Delta p_k$  sein muß, desto unbestimmter also der Impuls ist. Ort und Impuls sind „komplementäre“ Größen: Können wir den Ort genau angeben, so steht der Teilchenaspekt im Vordergrund, jedoch der Teilchenimpuls ist dabei unbestimmt; messen wir jedoch den Impuls sehr genau, so wird das „Teilchen“ über einen großen Raum „verschmiert“ oder ausgebreitet sein, wie es ein Wellenvorgang ist.

Hiermit ist dem Determinismus der klassischen Physik die Grundlage entzogen. Es hat bei Elementarteilchen wie Elektronen, Protonen usw. keinen Sinn mehr, von Trajektorien zu reden, d.h. von durch den Anfangszustand für alle Zeiten vorausbestimmten Bahnen, deren Bahnpunkte das Teilchen in berechenbarer Weise im Laufe der Zeit nacheinander durchläuft, mit an jeder Stelle genau bestimmtem Impuls, aufgrund dessen der nächste Bahnpunkt im jeweils nächsten Moment mit Notwendigkeit erreicht wird. Vielmehr können wir - bei möglichst genauer Kenntnis eines „gegenwärtigen“ Zustands - über das Erreichen eines bestimmten Ortes bzw. Raumelements durch ein „Teilchen“ zu späterer Zeit nur Wahrscheinlichkeitsaussagen machen. Führen wir dann eine Ortsmessung konkret durch, so können wir das Teilchen an diesem oder jenem Ort in engerer oder gar weiterer Umgebung des als wahrscheinlichsten „vorhergesagten“ Ortes finden. Wiederholen wir den Versuch mit immer wieder gleichem Anfangszustand, den wir „präparieren“ müssen, so erhalten wir eine räumliche Verteilung der mit den einzelnen Ortsmessungen nachgewiesenen Teilchen (z. B. durch die

Schwärzung eines Films wiedergegeben), die der Wahrscheinlichkeitsverteilung aufgrund der  $\omega$ -Funktion entspricht, die den Anfangszustand und seine zeitliche Entwicklung beschreibt.

Jede Messung - und jeder entsprechende Akt der Wechselwirkung - ändert den „Zustand“ des Teilchens oder des Systems von Teilchen: Wird ein „Teilchen“ (die Anführungszeichen deuten auf die Fragwürdigkeit dieses objektivierenden Begriffs für das Untersuchungsobjekt!) mit zunächst unbestimmtem Ort, aber gut bestimmten Impuls an einem bestimmten Ort ziemlich genau lokalisiert, so wird damit sogleich sein Impuls entsprechend der Heisenbergrelation unbestimmt, und die ursprüngliche Wellenfunktion  $\omega$  des Ausgangszustands „reduziert“ sich schlagartig auf  $\psi'$ , die den Zustand bis zur nächsten entsprechenden Wechselwirkung beschreibt. Bis dahin legt  $\psi'$  auch eine neue Wahrscheinlichkeitsverteilung fest.

Hierin spiegelt sich wiederum die Nichtumkehrbarkeit der Zeitrichtung wider, die sich auch in der Nichtinvarianz der Wellengleichung zeigt. Sicher hängt das damit zusammen, daß man den Begriff der Wahrscheinlichkeit sinnvoll nur auf die Zukunft anwenden kann, wie Carl Friedrich von Weizsäcker gesagt hat. Denn wenn sie auch für uns ungewiß ist, ist die Vergangenheit selbst doch faktisch. Demgegenüber ist die Zukunft ungewiß in einem absoluterem Sinn: Sie ist nicht durch den „heutigen“ Zustand schon völlig festgelegt, sie ist nicht determiniert, sondern in einem gewissen Grade offen. Wir können das zukünftige Geschehen grundsätzlich nicht exakt voraussagen, wie die klassische Mechanik behauptet hat, sondern bestenfalls näherungsweise, und können lediglich Wahrscheinlichkeitsaussagen darüber treffen.

Nur für „makroskopische“ Körper wie Planeten, Raketen oder Bälle erreicht die Wahrscheinlichkeit für eine Vorhersage nahezu den Wert 1, grenzt sie an Gewißheit. Das deterministische Weltbild konnte nur entstehen, weil die klassische Mechanik sich an solchen großen Objekten entwickelt hat. Die grundlegende Schicht des Seins, die Ebene der Elementarteilchen, Atome und Moleküle, entspricht nicht dem Determinismus. Das fundamentale Geschehen ist nicht „mechanisch“, sondern nur „quantenmechanisch“ zu verstehen und ist daher als indeterministisch anzusehen. Daß dies bis in makroskopische Dimensionen hinein Auswirkungen hat, wird sich im nächsten Abschnitt zeigen.

Allerdings kann man fragen, ob denn die Quantentheorie tatsächlich die letzte, tiefste Ebene unserer Beschreibung der Natur darstellt, die ja sehr abstrakt mathematisch ist und die mit der Wahrscheinlichkeitsdeutung der in dieser Theorie möglichen Voraussagen vielleicht nur unzulänglich erfaßt wird. So suchen denn einige Physiker nach „verborgenen Parametern“ oder „hidden variables“, die das Geschehen in einer noch tieferliegenden Schicht wieder als determiniert erscheinen lassen könnten - bisher jedoch ohne Erfolg. Grundsätzlich ausschließen läßt sich derartige nicht. Jedoch die genannte Suche beruht wohl auf einem Glauben an den Determinismus, der durch die „klassische Physik“ erst ermöglicht wurde und durch ihre Erfolge womöglich immer noch genährt wird, der aber weder beweisbar noch auch nur näher begründbar ist. Jedenfalls ist der Determinismus keine notwendige Folgerung aus der Physik mehr, wie das

unter Zugrundelegung von klassischer Mechanik und Elektrodynamik der Fall gewesen zu sein schien. Während die klassische Thermodynamik dem Determinismus nur scheinbar, aufgrund des **praktisch** nicht möglichen vollständigen Wissens über den Zustand eines aus sehr vielen Teilchen bestehenden Systems, zuwiderlief, ist in der Quantentheorie dieses Wissen auch **theoretisch** nicht erlangbar. Darüber hinaus ist sie insofern umfassender und daher vermutlich auch grundlegender als deterministische Theorien, als sie die Notwendigkeit (entsprechend einer Wahrscheinlichkeit  $w = 1$ ) und die Unmöglichkeit (mit einer Wahrscheinlichkeit  $w = 0$ ) als „deterministische Grenzfälle“ in der Relation  $0 \leq w \leq 1$  mit enthält. In der Tat läßt die Quantentheorie sichere Aussagen ( $w = 1$ ) über den Ausgang von Versuchen zu — allerdings stets auf Kosten der Kenntnis anderer das betrachtete System beschreibender Parameter. Hingegen kann eine deterministische Theorie Aussagen mit  $w < 1$  nur aufgrund nicht ausreichenden Wissens zulassen, dessen vollständige Erlangbarkeit aber theoretisch möglich sein muß.

Trotz der Asymmetrie von Vergangenheit und Zukunft, trotz des Indeterminismus des Geschehens in der Zeit auf dieser Ebene der Naturbeschreibung wird die Zeit selbst in der Quantentheorie über ihre „Parameterrolle“ nicht hinausgehoben, auf die sie in der Physik reduziert ist. Dafür liefert erst die „Physik der offenen Systeme“ einen möglichen Ansatz.

## 5. Offene Systeme

Im Gegensatz zu abgeschlossenen Systemen, mit denen sich die klassische Thermodynamik hauptsächlich beschäftigt, sind offene Systeme solche, die einen regen Materie- und Energieaustausch mit der Umgebung aufweisen. Dadurch tritt zusätzlich zur immer vorhandenen Entropieerzeugung ein Entropiestrom durch die Grenze des offenen Systems (die manchmal nur eine ziemlich willkürliche Abgrenzung desselben ist) hindurch auf, so daß die Entropie innerhalb des Systems u. U. insgesamt abnimmt, was sich z. B. in zunehmender Ordnung der Materieansammlung in dem System niederschlägt. Das ist besonders in lebenden Systemen der Fall, die stets offen sind. Auch die Erde ist ein Beispiel für ein offenes System, empfängt sie doch einen dauernden Energiestrom von der Sonne her, den sie auf niedrigerem Temperaturniveau wieder in den Weltraum abstrahlt, denn im Mittel heizt sich die Erde durch den Energiezufluß von der Sonne her ja nicht auf. Dieser Strom ist es, der das Leben auf der Erde ermöglicht hat - in Verbindung allerdings mit anderen begünstigenden Bedingungen auf diesem Himmelskörper und vor allem aufgrund einer gewaltigen Entropiezunahme insgesamt, wenn man nicht das Reich des Lebens oder die Erde isoliert betrachtet, sondern die Sonne mit einbezieht. So wächst die Entropie bei Einbeziehung eines ausreichend großen Teils der Umgebung eines offenen Systems in dem nunmehr als wenigstens näherungsweise als abgeschlossen zu betrachtenden System mit zunehmender Zeit stets an, wenn wir von möglichen „statistischen Schwankungen“ einmal absehen.

Offene Systeme sind relativ stabile Zustände, die mehr oder weniger weit vom thermodynamischen Gleichgewichtszustand entfernt sind, der durch ein Maxi-

mum der Entropie gekennzeichnet ist. Besonders in lebenden offenen Systemen sind irreversible Prozesse chemischer Natur von zentraler Bedeutung, denken wir z. B. an die „Verbrennungsvorgänge“ im tierischen oder pflanzlichen Körper oder an die Stoffwechselforgänge in der einzelnen Zelle. Im offenen System kann Irreversibilität auf solche Weise zu einer Quelle von Ordnung und Organisation werden, während sie im abgeschlossenen System bei zunehmender Entropie immer nur näher an das thermodynamische Gleichgewicht heranzuführt, das normalerweise ein Zustand maximaler Unordnung ist, selbst wenn unter bestimmten Randbedingungen noch mehr oder weniger starre geordnete Strukturen wie Kristalle darin enthalten sein können.

Irreversibilität, wenn sie nicht nur scheinbar ist wie vom Standpunkt der klassischen Mechanik aus, sondern wenn sie ein grundsätzliches Phänomen ist, führt zur Aufhebung der von Mechanik wie Elektrodynamik konstatierten Symmetrie von Vergangenheit und Zukunft, führt tatsächlich zur Auszeichnung einer Zeitrichtung, wie wir es in beschränktem Umfang schon in der „Gleichgewichtsthermodynamik“ abgeschlossener Systeme in Kapitel 3 gesehen haben. Wie Prigogine gezeigt hat, wird darüber hinaus unter bestimmten Bedingungen sogar ein Moment der Geschichtlichkeit eingeführt (Ilya Prigogine, „Vom Sein zum Werden, Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften“, München 1979, sowie derselbe und Isabelle Stengers, „Dialog mit der Natur“, München 1981). Während nämlich ein Zustand des thermodynamischen Gleichgewichts geradezu dadurch ausgezeichnet ist, daß er unabhängig von dem Weg, auf dem er erreicht wurde, definiert ist, daß er über seine „Geschichte“, sein Zustandekommen aus der Vergangenheit her nichts aussagt, ist das bei offenen Systemen fernab vom Gleichgewichtszustand anders. Solche Systeme, in denen chemische Reaktionen mit „Katalyseschleifen“ ablaufen, bei denen das Produkt einer Reaktionsstufe an seiner eigenen Synthese beteiligt ist, weisen i.a. Instabilitäten auf, und „jenseits der Schwelle der Instabilität können unter gleichgewichtsfernen Bedingungen zahlreiche neue Phänomene auftreten“, wie Prigogine bemerkt. Dazu gehört vor allem das Auftreten von „Verzweigungspunkten“ in der „Entwicklungsgeschichte“ des Systems. Befindet sich das System an einem solchen Verzweigungspunkt, so kann nicht vorausgesagt werden, welchen von mehreren möglichen Wegen es einschlagen wird. An einem Verzweigungspunkt geben vielmehr „Zufallselemente“ den Ausschlag: Sehr kleine Schwankungen haben große Folgen, indem sie auf diesen oder jenen weiteren Weg des Systems führen. Es ist dies „zufällige“ Verhalten an aufeinanderfolgenden Verzweigungspunkten, was die Zeit als die Geschichte des Systems ins Spiel bringt: Der gegenwärtige Zustand des Systems ist nicht durch seinen Anfangszustand schon festgelegt, determiniert, sondern hängt von den zwischenzeitlichen zufälligen „Entscheidungen“ an den Verzweigungspunkten ab! Zwischen den Verzweigungspunkten kann die Entwicklung hingegen weitgehend determiniert erfolgen, nicht streng allerdings, sondern nach den „Gesetzen der großen Zahl“, wo die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Entwicklung nahezu eins beträgt, also nur **fast** sicher ist.

Um dem Moment der Geschichtlichkeit Rechnung zu tragen, führt Prigogine ne-



ben der normalen „Parameterzeit“ der bisherigen Physik eine „Operatorzeit“ ein, die mit dem geschichtlichen „Alter“ des Systems zusammenhängt. Sie hat die interessante Eigenschaft, daß sie eine neue Unschärferelation erfüllt: Das Alter des Systems kann nicht gleichzeitig mit der zeitlichen Änderung der das System beschreibenden „Verteilungsfunktion“ scharf bestimmt werden! Wie weit dies Konzept trägt, bleibt wohl vorerst noch abzuwarten. Immerhin ist es ein bemerkenswerter Ansatz, aus der Fülle des Begriffs der Zeit unseres Erlebens einen wesentlichen Teil in die Naturwissenschaft zurückzuholen, nämlich ihre Verbindung mit der Geschichtlichkeit des Geschehens. Deshalb bezeichnet Prigogine diese Physik als die „Physik des Werdens“, im Gegensatz zu der klassischen „Physik des Seins“, nach der eigentlich nicht wirklich Neues geschieht, sondern alles „von Ewigkeit her“ schon festgelegt erscheint.

Freilich, wenn auf der „mikroskopischen“ Ebene des Geschehens, also im atomaren und subatomaren Bereich, alles gemäß der klassischen Mechanik determiniert wäre, dann träfe dies auch für die Schwankungen an den Verzweigungspunkten zu. Dann wäre die Nichtvorhersagbarkeit des weiteren Entwicklungsweges an einem solchen Punkt nur im Rahmen unserer „makroskopischen“ Beschreibung des Systems gegeben, aufgrund unseres nicht ausreichenden Detailwissens also. Nun wird aber das „Mikrogeschehen“ nicht durch die klassische, sondern durch die Quantenmechanik erfaßt, die die deterministische Darstellung der klassischen Physik durch eine „probabilistische“, wahrheitsmäßige Darstellung ersetzt, die nur Wahrscheinlichkeitsaussagen - auch über das Verhalten an solchen Verzweigungspunkten, das ja von sehr kleinen Wirkungen abhängt - zuläßt. Dies ist die Ebene, die auch Prigogine als die grundlegende erachtet, wenn er betont, daß die klassische Beschreibung der Entwicklung eines Systems durch eine feste Trajektorie oder Bahn im - bei  $N$  Teilchen  $6N$ -dimensionalen - „Phasenraum“ eine ungeheure und wegen der Unbestimmtheitsrelation im Grunde unzulässige Idealisierung darstellt. Denn uns kann als Zustand eines Systems zu einer bestimmten Zeit kein Punkt im Phasenraum, sondern stets nur ein wenn auch kleines endliches Volumen gegeben sein, von dem nicht eine Trajektorie, sondern ein ganzes Bündel von Trajektorien ausgeht, das die **möglichen** weiteren Entwicklungen des Systems in der Zukunft umreißt. Für die Zukunft ist der Begriff einer definierten Trajektorie einfach sinnlos! Denn die Zukunft liegt nicht fest, sondern bezeichnet den Bereich des Möglichen, die Vergangenheit hingegen ist faktisch, wiewohl wir auch für sie keine eindeutige Trajektorie angeben können.

So finden wir in der Naturwissenschaft schließlich wieder, was wir an vorwissenschaftlichem Verständnis der Zeit schon hineingesteckt hatten: daß Vergangenheit und Zukunft unterschieden sind, daß die Zeit eine Richtung hat. Davon war zwischenzeitlich im Laufe der geschichtlichen Entwicklung der klassischen Physik lediglich weitgehend abstrahiert worden. Dazu kommt die weitere neue Erkenntnis, daß jeder Zustand eines offenen Systems eine Geschichte hat im Sinne eines geschichtlichen **Geschehens**, nämlich des vergangenen Verhaltens insbesondere an Verzweigungspunkten, das sich im jeweils gegenwärtigen Zustand niederschlägt und - mindestens partiell - in ihm bewahrt bleibt. Damit ist die

geschichtliche Dimension der Zeit in der Natur wiederentdeckt worden, und zwar in der und durch die Naturwissenschaft selbst, nicht von außen an sie herangetragen und gewissermaßen „übergestülpt“. Das deterministische Weltbild entspricht nicht mehr der heutigen Physik. Es ist durch ein „indeterministisch-geschichtliches“ zu ersetzen. Damit aber sind Horizonte eröffnet, die die klassische Physik mit ihren aus heutiger Sicht ungerechtfertigten Idealisierungen, die im Begriff der starren Trajektorie gipfeln, verhängt hatte!

Karl-Friedrich Saur

## **Thesen V**

1. Die Physik - wie jede Wissenschaft - benutzt zunächst die Begriffe der Alltagssprache, so auch den vorfindlichen Begriff der Zeit. Sie präzisiert diese Begriffe inhaltlich, gleichzeitig blendet sie dabei jedoch einzelne Aspekte des vollen Bedeutungsspektrums aus. Diese Ausblendungs- oder Filterwirkung ist methodisch bedingt. Sie entspricht einer ebenso verschärften wie zugleich verengten Wahrnehmung der „Wirklichkeit“ mittels der deduktiv-induktiven, mathematisch-experimentellen Methode, die in dieser und für diese Naturwissenschaft seit Galilei entwickelt wurde.
2. In der klassischen Mechanik, anhand derer sich die neuzeitliche Physik herausgebildet hat, und in der im vorigen Jahrhundert entstandenen Elektrodynamik ist die Zeit reduziert auf die Rolle einer Variablen oder eines Parameters („t“) in den grundlegenden mathematischen Gleichungen. Zeit und Raum werden dabei als „absolut“ vorausgesetzt: Die Zeit läuft überall und zu allen Zeiten gleichförmig ab, der Raum, in dem sich alles Geschehen abspielt, hat überall die gleiche Qualität, er ist homogen und isotrop, d. h. ohne Auszeichnung einzelner Gebiete und einzelner Richtungen.
3. Der mathematische Formalismus in diesen Theorien entspricht einer streng deterministischen Beschreibung des Naturgeschehens in der Welt: Aus einem „Zustand“ der Welt zu einem bestimmten Zeitpunkt lassen sich alle früheren oder späteren Zustände prinzipiell errechnen und genau nachher- oder vorhersagen. Insbesondere liegt nicht nur die Vergangenheit, sondern auch die Zukunft völlig fest! In theologisch-philosophischer Hinsicht entspricht dem die Vorstellung von Gott als dem Uhrmacher oder auch „Urmacher“, der das Räderwerk der Welt samt den zugrundeliegenden Gesetzen geschaffen, gebaut, aufgezogen und in Gang gesetzt hat, wonach es dann gemäß den von ihm geschaffenen und von uns gefundenen und mathematisch formulierten ehernen Naturgesetzen ohne weitere Eingriffe abläuft („Deismus“).
4. Die Relativitätstheorie Einsteins nimmt zwar schwerwiegende Änderungen an der klassischen Newtonschen Mechanik vor, macht aber am Determinismus keine Abstriche. Sie verknüpft Raum und Zeit sehr eng zur Raumzeit und die Struktur des Raumes mit der Materieverteilung. Das Zeitmaß ist nicht mehr absolut und universell, sondern hängt vom Bewegungszustand

des jeweiligen Bezugssystem und von der Gravitation ab. Der Begriff der Gleichzeitigkeit wird relativiert. Dem Begriff „Weltzustand zu einem bestimmten Zeitpunkt“ wird dadurch innerhalb der empirischen Wissenschaft der Boden entzogen.

5. In der Mechanik, Elektrodynamik und Relativitätstheorie ist keine Richtung der Zeit ausgezeichnet: Es gibt keinen wesentlichen Unterschied zwischen Vergangenheit und Zukunft; alle Prozesse wie auch das Weltgeschehen als Ganzes könnten genausogut umgekehrt oder rückwärts ablaufen wie ein Film, aber anders als beim Film könnten wir nicht entscheiden, welches der „richtige“ Ablauf wäre. (Ausnahme: einlaufende statt - wie in der Natur nur vorkommend - auslaufende Kugelwellen.) Mathematisch findet dies seinen Ausdruck in der Invarianz der grundlegenden Gleichungen gegenüber Zeitumkehr: Diese Gleichungen ändern sich nicht, wenn der Zeitparameter  $t$  sein Vorzeichen umkehrt, also bei der Transformation von  $t$  in  $-t$ .
6. Die ebenfalls der „klassischen Physik“ zugerechnete Thermodynamik oder Wärmelehre scheint eine Richtung der Zeit auszuzeichnen: die Richtung wachsender Entropie, d. h. zunehmender Unordnung. Es treten hier „irreversible“, in der Zeit nicht umkehrbare Vorgänge auf. Anhand dieser könnte das etwaige Rückwärtslaufen eines Films als solches erkannt werden. Über den Zustand und die Entwicklung thermodynamischer Systeme können nur statistisch-wahrscheinlichkeitsmäßige Aussagen gemacht werden - Folge unseres im Sinne der klassischen Mechanik nicht vollständigen Wissens über den Zustand auf mikroskopisch-atomarer Ebene infolge der Vielzahl der beteiligten Atome. Dieses Wissen ist aber nur praktisch nicht vollständig gewinnbar. Die Auszeichnung einer Zeitrichtung könnte daher nur scheinbar sein. Theoretisch könnte die Entropie infolge einer „statistischen Schwankung“ durchaus auch einmal ab- statt zunehmen. Gegenwärtig überwiegt ihre Zunahme weitaus, weil sich die Welt insgesamt in einem sehr unwahrscheinlichen Zustand fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht befindet.
7. Die Theorie, die die „Mikroebene“ der Atome und Elementarteilchen korrekt beschreibt, ist jedoch nicht die klassische Mechanik, sondern die Quantenmechanik. Die Struktur ihrer grundlegenden Differentialgleichungen (z. B. der „Schrödinger-Gleichung“) ist - abgesehen von der Nichtinvarianz gegen Zeitumkehr - ähnlich derjenigen der klassischen Mechanik. Da sich diese Gleichungen aber hier anders als in der klassischen Mechanik nicht auf direkt beobachtbare physikalische Größen beziehen, sondern auf „Wellenfunktionen“, die sich nur als Dichte von Wahrscheinlichkeiten halbwegs anschaulich deuten lassen, beschreiben sie kein determiniertes, für alle Zeiten festgelegtes Geschehen (das diesen Namen kaum noch verdienen würde); vielmehr lassen sie grundsätzlich nur noch Wahrscheinlichkeitsaussagen über das Verhalten von atomaren und anderen Systemen zu. Aufgrund dessen ist zwischen Vergangenheit und Zukunft grundsätzlich wieder zu unterscheiden: Die Vergangenheit ist faktisch (obwohl unserer Erkenntnis auch nicht mit Sicherheit zugänglich), die Zukunft ist offen, jedenfalls in einem

gewissen Umfang. Damit ist eine wichtige Dimension unseres alltäglichen Zeitempfindens wieder gewonnen, wenn auch im übrigen die Parameterrolle der Zeit in der Quantentheorie erhalten bleibt.

8. Die Physik „offener Systeme“, die sich fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht befinden, enthüllt die Bedeutung „quantenmechanischer Unbestimmtheit“ für makroskopische Gebilde: An sogenannten Verzweigungspunkten in der Entwicklung solcher Systeme ist das Verhalten indeterminiert; es ist nämlich völlig offen, welchen weiteren Weg das System einschlagen wird. Damit kommt ein geschichtlicher Aspekt des Zeitbegriffs ins Spiel, der ebenfalls im vorwissenschaftlichen Zeitverständnis, in unserer „erlebten Zeit“ enthalten ist und zugleich über den eingegengten Begriff der Zeit als Parameter wissenschaftsimmanent hinausführt.
9. Für den Menschen als ein - aus naturwissenschaftlicher Sicht - extrem offenes System ist damit von der Physik her wieder ein Spielraum für freie Entscheidung eröffnet, den es aus der Sicht der klassischen Theorien (Mechanik, Elektrodynamik) nicht zu geben schien, der aber notwendige Voraussetzung ist für verantwortliches menschliches Handeln. Damit kann dem Menschen nun auch von der modernen Naturwissenschaft her die Möglichkeit zugesprochen werden, in das Geschehen gestaltend einzugreifen; so kann er am „eschatologischen Schöpfungsauftrag“ teilhaben und ihn wahrnehmen. Er kann das, stets der Gefahr schwerwiegenden Irrtums ausgesetzt, in gutem und in bösem Sinne, in positiver wie in negativer Richtung, die Erde bebauend und bewahrend oder sie ausbeutend und zerstörend, handelnd als Mitarbeiter wie auch als Gegenspieler Gottes. Dabei bleibt der Mensch freilich verhaftet dem linearen Ablauf der Zeit wie auch dem dreidimensionalen Raum seiner Anschauung, in denen sich die „neue Schöpfung“ nur in vielfältigen Brechungen abbildet, in die sie, die beides transzendiert, aber doch hineinwirken kann. In diesem Sinne ist die ganze Natur als offenes System, mit einer jedenfalls im Detail stets offenen Zukunft, anzusehen. Diese Sichtweise ist vereinbar mit dem christlichen Verständnis, daß die Natur nicht aus sich selbst („sui generis“), sondern eben Schöpfung ist.

\*) Wir benutzen bewußt nicht den Begriff „Unbestimmbarkeitsrelation“.

**Anmerkung bei der Drucklegung:** Diese Thesen wie auch der Beitrag „Zeit aus physikalischer Sicht“ wurden bereits 1984 verfaßt. Sie berücksichtigen daher noch nicht Carl Friedrich von Weizsäckers „Aufbau der Physik“ (Hanser-Verlag, München/Wien 1985). Dieser „Aufbau“ geht gerade von der vollen Zeitstruktur Vergangenheit-Gegenwart-Zukunft (und einem Zusatzpostulat, das den Indeterminismus beinhaltet) aus und leitet aus diesen Voraussetzungen die abstrakte Quantentheorie als grundlegende Theorie unseres **Wissens** über die Natur ab. Auf diesen neuen Ansatz, der einer nachträglichen erkenntnistheoretisch-philosophischen Reflexion entspringt, kann hier nur verwiesen werden.

Während in der Physik explizit nur ein sehr reduzierter Zeitbegriff eine Rolle spielt, wie das der vorstehende Beitrag schildert, zeigt dieser Ansatz Carl Friedrich von Weizsäckers, daß der Quantentheorie implizit ein vollerer Begriff mit den drei Modi der Zeit zugrunde liegt. Von daher ist es dann vielleicht weniger erstaunlich, wenn er in der Physik der offenen Systeme wieder deutlicher hervortritt!

Waltraud Meske

### **Der eschatologische Aspekt des Schöpfungsauftrages in der Konkretion verschiedener Fachgebiete**

Vom biblischen Eschaton-Begriff aus fällt ein bestimmtes Licht auf den Schöpfungsauftrag. Im folgenden soll das mit dem neutestamentlichen „eschaton“ Gemeinte in seiner Tragweite charakterisiert und in seiner Bedeutung für den alttestamentlichen Schöpfungsauftrag an den Menschen, die Erde zu beherrschen und sich untertan zu machen, aber auch sie zu bebauen und zu bewahren (1. Mose, Gen. 1,28 und 2,15) ausgewertet werden. Dabei rücken (diejenigen) Aussagen der verschiedenen Fachgebiete ins Blickfeld, die eine besonders starke Affinität zum eschatologischen Geschehen nach biblischem Verständnis aufweisen.

In den theologischen Beiträgen zum Zusammenhang von „Eschatologie und Schöpfung“ und zum „Zeitproblem“ (S. 1 ff, 38ff) sind die Besonderheiten dieser Begriffe im biblischen Sprachgebrauch und ihr theologischer Gehalt dargelegt worden. Das biblische Verständnis von „Ende“ hat sich hierbei als Qualitätsaussage herausgestellt, die (im Neuen Testament) mit dem Begriff „Eschaton“ ausgedrückt wird. Zugleich erscheinen die Begriffe „alt“ und „neu“ in einer neuen Bedeutung. - Aus diesen Erhebungen ergibt sich: Das „Ende“ hat begonnen mit dem Erscheinen Jesu in der Welt. Dabei ist das „Neue“, das Jesus bringt, zugleich das „Alte“. Das „Alte“ ist die Situation des „Paradieses“: Alles Seiende hat seine Sinn-bezogene Wirklichkeit von Gott. Die Annäherung an das Neue bedeutet somit zugleich die Wiedergewinnung dieser Qualitätsbestimmung durch den Bezug zu Gott. Daraus ergibt sich folgendes:

Jesus eröffnet dem Menschen eine neue Weise der Wahrnehmung von Wirklichkeit: Im Eschaton ereignet sich die Aufhebung auseinanderstrebender Blickrichtungen, die aus einem Verständnis von „alt“ und „neu“ im Sinne linearer Zeitabfolge resultieren. Damit wird die Bedeutung eines Zeitpfeils, wie ihn die Physik kennt, für den kairos, den Augenblick der Entscheidung, unerheblich. Es kommt hiermit eine neue Qualität von Zeit in den Blick. Damit gewinnt auch der Begriff „Ende“, sei er individuell oder kosmisch bezogen, eine neue Bedeutung: Er meint nämlich nicht den Abschluß eines linearen Zeitablaufes. Vielmehr be-

zeichnet er die Aufhebung eines um sich selbst kreisenden Wirklichkeits- und Sinnbezuges, der auf anhaltenden linearen Zeitverlauf angewiesen ist. Ende wird jetzt als Qualitätsbegriff transparent: Es wird erkennbar, daß diese Qualität des Eschaton die weitere Entwicklung in Natur und Geschichte in der Bewegung eines auf Zukunft gerichteten Zeitpfeils offenbar ständig begleitet, aber von ihr nicht abhängig ist oder wird. Hierin also spricht sich der eschatologische Charakter allen Geschehens aus, der für Mensch und Welt nach neutestamentlichem Sprachgebrauch die Bedeutung einer „Krisis“ hat.

Hierbei ereignet sich offenbar ein Doppeltes:

a) Der Einbruch einer neuen Qualität von Zeit in den Wahrnehmungsbereich des Menschen

- Die „Physik der offenen Systeme“ benennt den Freiraum in der physikalisch erfaßten Wirklichkeit, in dem dieses Ereignis stattfinden kann (vgl. These V, 8). Sie weist das Verhalten von atomaren und anderen Systemen als nicht determiniertes Geschehen aus (vgl. These V, 7) und eröffnet so den Spielraum für freie Entscheidung des Menschen. So kann die neue Schöpfung hineinwirken in den linearen Ablauf der Zeit und in den dreidimensionalen Raum, denen der Mensch weiterhin verhaftet bleibt (vgl. These V, 9). Hier geht es nicht um eine Erkenntnislücke in der Physik und die Wirkkraft des Glaubens wird nicht in eine Lückenbüßerfunktion gedrängt. Vielmehr handelt es sich um einen Spielraum, der in der Physik selbst verankert ist, und die Offenheit der Physik - auch für das Anliegen biblischer Aussagen - aufzeigt, ohne damit die Physik zum Beweis von Glaubensaussagen heranzuziehen.

b) Die damit gegebene Möglichkeit neuer Erfahrung der Gotteswirklichkeit

- Aus diesem Grunde greift die „Lehre von den letzten Dingen“ der klassischen kirchlichen Dogmatik zu kurz (vgl. „Eschatologie und Schöpfung“ These 1,1). Die traditionelle Lehre von Tod, Weltuntergang, Auferstehung, jüngstem Gericht und Ewigem Leben (vgl. These I, 5) bleibt der Vorstellung eines linear ablaufenden Zeitgeschehens verhaftet, ebenso wie die Betonung des „Hier und Jetzt“ in der sogenannten Existenztheologie. Denn auch der jetzige Augenblick ist nur ein punktuelleres Geschehen auf der Skala der Zeitlinie. Deshalb kann Theologie dieser Art keine letztlich befriedigenden eschatologischen Aussagen machen.

Demgegenüber geht es um die Aufhebung der an linearem Zeitverlauf orientierten Blickrichtungen und um die damit ermöglichte Wahrnehmung der Zeit in einer neuen Qualität. Sie sprengt auch das „Hier und Jetzt“ in seiner Abgegrenztheit gegenüber Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.

Der Mensch wird dadurch in die Entscheidung gestellt, diesen durch Jesus eröffneten Weg zu gehen, indem er die Qualität seiner Zeit durch Gott bestimmen läßt und somit die Gottesgemeinschaft des „Paradieses“ in seinem Leben zur Geltung kommen läßt.

- Auf diesem Hintergrund ist Antrieb und Bescheidung im Bereich der Arbeit bei der Gestaltung der Zukunft zu sehen. Die Entscheidungssituation verlangt einerseits ein aktives Wirken des Menschen durch seine Arbeit als „ergebnisorientiertes Tätigsein“. Die Orientierung hierfür wird jetzt jedoch gewonnen an einer Zukunft, wie sie durch die Maßstäbe des Paradieses vorgezeichnet ist und von Gott her auf uns zukommt. Damit sind zugleich einer selbstherrlichen Maßlosigkeit des Menschen im Umgang mit der Schöpfung Grenzen gesetzt (vgl. „Arbeit und eschatolog. Schöpfungsauftrag“ These IV, 1, 2, 4).

Begibt sich der Mensch auf diesen Weg, so sieht er sich selbst einbezogen in den Erneuerungsprozeß (biblisch gesprochen: er erfährt eine eschatologisch verstandene, d.h. auf ihn zukommende, Gerechtigkeit) und gewinnt als so Erneuerter auch ein ganz neues Verhältnis zur Schöpfung. Der Schöpfungsauftrag (Gen. 1,28 + 2,15) wird jetzt als eschatologisch wahrgenommen: nämlich als Auftrag, der in der Krisis in den Blick kommenden neuen = alten Qualität von Schöpfung zur Geltung zu verhelfen. Es wird deutlich, daß nur über diesen neuen Zugang zur Gottebenbildlichkeit, nämlich über den eschatologischen Erfahrungshorizont, der Herrschaftsauftrag wahrgenommen werden kann und darf, wenn er sich biblisch begründen will. Denn die Gottebenbildlichkeit des Menschen ist Voraussetzung für die Erteilung des Auftrages (Gen. 1,26). Damit ist der Mensch in seine Schranken gewiesen und jedes selbstherrliche und gebieterrische Vorgehen gegenüber der Natur als Folge einer Fehlentwicklung bloßgestellt.

- Das scheinbar Gegensätzliche der beiden Aspekte des Schöpfungsauftrages - das Beherrschen einerseits und das Bewahren andererseits - (vgl. „Zukunft des arbeitenden Menschen“, These IV, 1 + 2) löst sich auf im Lichte eschatologischer Seinerfahrung. Denn auf dem Hintergrund der Gottebenbildlichkeit bekommt das Beherrschen bewahrenden Charakter und wird vor dem Abgleiten in zerstörende Maßlosigkeit bewahrt.

Für die Aspekte eines möglichen Weltendes - aus naturwissenschaftlicher Sicht - besagt biblische Eschatologie:

1. Das Zustreben auf ein kosmisches Ende beeinträchtigt nicht die eschatologische Qualität von Schöpfung; die Bezogenheit der Schöpfung auf das Eschaton ist jederzeit erfahrbar.
2. Die Erfahrung des Wertes, den jeder Augenblick der Geschichte der Natur enthält im Sinne eines Kairos mit der Möglichkeit der Gotteserfahrung, stellt

sich dem vorzeitigen aktiven Herbeiführen des Endes durch den Menschen - vor dem kosmischen Ende - entgegen (vgl. „Aspekte eines möglichen Weltendes aus der Sicht eines Physikers" These II, 8).

- Hierin liegt die theologische Begründung dafür, den Schöpfungsauftrag in seinem zweifachen Anspruch an die Arbeit des Menschen ernst zu nehmen: einerseits bebauend und bewahrend die Schöpfung zu erhalten als Lebens- und Erfahrungsbasis, andererseits auch im Vollzuge vorantreibender Arbeit die Möglichkeit zu gewinnen, Gott immer neu zu erfahren (vgl. „Die Zukunft des arbeitenden Menschen" These IV, 1).
3. Die Zukunft von Welt und Geschichte behält die Möglichkeit, biblische Eschatologie zu offenbaren.
    - In den Thesen „Die Zeit in der Physik" wird in V, 9 die ganze Natur im dort aufgezeigten Sinn als „offenes System" angesprochen mit einer „im Detail stets offenen Zukunft". Dies beinhaltet im Bereich des Faktischen Unbekanntes, nur bis zu einem gewissen Grade Berechenbares. Hinsichtlich seines Wertes für den Menschen jedoch bedeutet es -theologisch gesprochen- schon Vertrautes, nämlich die Möglichkeit, Gott immer neu zu begegnen.
  4. Der von der Physik her dem Menschen neu aufgewiesene Spielraum für freie Entscheidung (vgl. „Zeit aus physikalischer Sicht" These V, 9) wird in der Theologie als Aufruf zur Entscheidung wahrgenommen, in das Geschehen gestaltend einzugreifen. Nur sofern der Mensch sich dem kairos stellt, der den eschatologischen Erfahrungshorizont eröffnet, kann sein Eingreifen für die Schöpfung förderlich sein. Denn diese entfaltet ihre Qualität im Eschaton.

Nur in diesem Sinne kann der Mensch am Schöpfungsauftrag teilhaben.

#### **Mitarbeiter im Arbeitskreis Naturwissenschaft und Theologie (1985)**

Dr. phil. nat. Dimmling, Werner, Dipl.-Chemiker, Dortmund

Haar, Friedrich, Dipl.-Ing., Dortmund

Dr. theol. Keienburg, Fritzhermann, (Schriftführer), Akademieleiter, Iserlohn



Keienburg, Wilhelm, Pfarrer, Iserlohn  
Dr. rer. nat. Kuhlmann, Wilhelm, (Vorsitzender), Studiendirektor, Dortmund  
Dr. Ing. Laurig, Wolfgang, Professor, Dortmund  
Meske, Waltraud, Pfarrerin, Münster  
Dr. rer. nat. Olpp, Ursula, Chemikerin, Marl/W.  
Dr. phil. nat. Schwager, Erich, Professor, Steinfurt  
Dr. theol. Dr. phil. Wrezecionko, Paul, Professor, Münster  
Dr. Buscher, Wilhelm, Chefarzt i. R., Siegen (Vorsitzender bis 1980)  
Dr. rer. nat. Ewald, Günter, Professor, Bochum (bis 1980)  
Dr. rer. nat. Bruch, Joachim, Physiker, Hattingen (gest. 1979)  
Philipps, Karl, Oberkirchenrat, Bielefeld (gest. 1982)

### **Nachwort**

Kurz nach Fertigstellung und Andruck des vorliegenden Werkstattberichtes verstarb unerwartet Dr. Fritzhermann Keienburg. Anfang 1986 hatte ihn eine heimtückische Nervenlähmung für fast ein halbes Jahr ans Bett gebunden. Wir freuten uns mit ihm, daß er in der Sitzung unseres Arbeitskreises am 18. Oktober 1986 wie in alter Frische an den gegenwärtigen Gesprächen teilnehmen konnte. Um so überraschender traf uns die Nachricht, daß er in der Nacht vom 27. auf den 28. Oktober entschlafen ist. Sein Herz hatte aufgehört zu schlagen.

Dr. Keienburg hat als Mitbegründer und Leiter des Arbeitskreises - neben dem jeweiligen gewählten Vorsitzenden - die in diesem Werkstattbericht dokumentierte Arbeit engagiert begleitet. Nach seiner Pensionierung als Akademieleiter war es ihm ein wichtiges Anliegen, die Beratungen durch aktive Mitarbeit weiter zu fördern und den vorliegenden Werkstattbericht herauszugeben, was durch seine Krankheit verzögert wurde.

Wir werden seine theologischen Beiträge und Gesprächsanregungen in Zukunft missen. Wir sind dankbar für seine Beiträge in den Beratungen und für die Gastfreundschaft, mit der er diesem Arbeitskreis an der Evangelischen Akademie ein Zuhause gegeben hat.

Dr. Wilhelm Kuhlmann  
Vorsitzender

Prof. Dr. Günter Ebbrecht  
Akademieleiter

In der Reihe „Materialien für den Dienst in der Evangelischen Kirche von Westfalen“ erscheinen folgende Hefte:

## **Reihe A Theologie und Verkündigung**

1. Kindergottesdienst (vergriffen)
2. Gottesdienst heute
3. Lebendige Liturgie (vergriffen)
4. Wir arbeiten mit im Kindergottesdienst (vergriffen)
5. Präses D. Karl Koch (vergriffen)
6. Gemeinschaft am Tisch des Herrn (vergriffen)
7. Die gottesdienstliche Gemeinde (vergriffen)
8. Landessynode 1977 (vergriffen)
9. Abendmahl und Beichte
10. Landessynode 1978 (vergriffen)
11. Landessynode 1979 (vergriffen)
12. Pastorale Praxis und Fortbildung — 30 Jahre Pastoralkolleg (vergriffen)
13. Landessynode 1980
14. Jesus Christus heute gemeinsam bekennen
15. Vom Zeugnis des Christen im Alltag (vergriffen)
16. Landessynode 1981 (vergriffen)
17. Landessynode 1982 (vergriffen)
18. Bibellesen lernen (vergriffen)
19. Gemeinschaft in der Kirche
20. Landessynode 1983
21. Vergessene Bekenntnisse des Jahres 1933
22. Landessynode 1984 (vergriffen)
23. Landessynode 1985
24. Abendmahl mit Kindern
25. Landessynode 1986

## **Reihe B Gemeindearbeit**

1. Überlegungen zum Arbeitsfeld Kirchenmusik (vergriffen)
2. Kundiges Loben (vergriffen)  
Gemeindeliedsätze zum Gesangbuch (vergriffen)
3. Wechsel im Präsesamt (vergriffen)
4. Evangelische Kindergartenarbeit in Westfalen (vergriffen)
5. Kurseelsorge in der Evangelischen Kirche von Westfalen
6. Evangelische Büchereiarbeit
7. Bericht über die Situation der Behinderten in der Evangelischen Kirche von Westfalen
8. Arbeitsfeld Kirchenmusik

## **Reihe C Mission und Ökumene**

1. Die Evangelische Kirche von Westfalen und die Ökumene (vergriffen)
2. Wege der Kirchen zueinander (vergriffen)
3. Die Empfehlungen von Nairobi (vergriffen)
4. Namibia 1979 (vergriffen)
5. Südafrika

## **Reihe D Öffentlichkeitsarbeit**

1. Dokumentation zur Reform des § 218 StGB (vergriffen)
2. Dokumentation zur Reform des § 218 StGB
3. Der unterentwickelte ländliche Raum und der Auftrag der Kirche (vergriffen)
4. Dokumentation zur Reform des § 218 StGB (vergriffen)  
2. Ergänzungsheft
5. Arbeitshilfe zum Problem „Linksextremismus“ in der Bundesrepublik Deutschland
6. Dokumentation zur Reform des § 218 StGB (vergriffen)

- 3. Ergänzungsheft
- 7. Arbeitshilfe zum Problembereich  
Friedensarbeit und Friedenserziehung (vergriffen)
- 8. Arbeitshilfe zum Problembereich Friedenspädagogik  
als Aufgabe der Gemeinde (vergriffen)
- 9. Arbeitshilfe zur Problematik der friedlichen  
Nutzung der Kernenergie (vergriffen)
- 10. Der Weg der Friedensarbeit in der Evangelischen Kirche von Westfalen (vergriffen)
- 11. Rationelle Energienutzung
- 12. Zukunft der Arbeit — Leben und Arbeiten im Wandel
- 13. Zukunft der Arbeit — Leben und Arbeiten im Wandel — Dokumentation
- 14. Initiativen und Projekte von und mit Arbeitslosen in der Evangelischen  
Kirche von Westfalen

#### **Reihe E Bildung — Erziehung — Unterricht**

- 1. Erwachsenenbildung als Aufgabe der Kirche (vergriffen)
- 2. Vorstellungsgottesdienst der Konfirmanden (vergriffen)
- 3. Zum konfirmierenden Handeln der christlichen Gemeinde (vergriffen)
- 4. Abendmahlsfeiern und Konfirmationsgottesdienst (vergriffen)
- 5. Erwachsenenbildung/Weiterbildung/Bildungsurlaub (vergriffen)
- 6. Der Religionsunterricht an allen Schulen  
Erscheint jetzt in der 4. Auflage als „Information zum Religionsunterricht  
in Nordrhein-Westfalen“.
- 7. Der kranke Mensch in unserer Gesellschaft (vergriffen)
- 8. Elternarbeit und kirchlicher Unterricht  
Heft 1 : Die Zehn Gebote — Das Gebet (vergriffen)
- 9. Elternarbeit und kirchlicher Unterricht  
Heft 2: Das Abendmahl — Die Konfirmation (vergriffen)
- 10. Dokumentation zur Kooperativen Schule (vergriffen)
- 11. Glaube — Solidarität — Befreiung
- 12. Evangelische Erwachsenenbildung in Westfalen und Lippe (vergriffen)
- 13. 40 Jahre Religionsunterricht am Gymnasium

#### **Reihe F Recht — Verwaltung — Struktur**

- 1. Bezugsräume der kirchlichen Mittelebene
- 2. Der kirchliche Friedhof

#### **Reihe G Kirchengeschichte**

- Wechsel im Präsesamt 1.7.1977 (Reihe B Nr. 3) (vergriffen)
- Präses D. Karl Koch (Reihe A Nr. 5) (vergriffen)
- Vergessene Bekenntnisse des Jahres 1933 (Reihe A Nr. 21) (vergriffen)
- 1. Wechsel im Präsesamt 15.3.1985