

Kurt Hübner

Kritik der  
wissenschaftlichen  
Vernunft

ALBER PHILOSOPHIE



ALBER STUDIENAUSGABE 

Hat allein die Wissenschaft Zugang zur Wahrheit? Was ist wissenschaftliche Wahrheit? Auf der Suche nach einer Antwort legt Kurt Hübner – teils rein systematisch, teils durch Analyse einschlägiger Beispiele aus der Wissenschaftsgeschichte – die historischen Zusammenhänge frei, in denen der Inhalt wissenschaftlicher Theorien, ja die Wissenschaft als Ganzes steht.

Das Buch ist ins Englische, Italienische, Japanische, Portugiesische, Spanische und Russische übersetzt worden.

Aus den Rezensionen früher Auflagen:

„Es ist unbestreitbar, daß die Diskussion um das Verhältnis von Glauben und Wissen durch Hübners Werk außergewöhnlich scharfsinnig belebt, ja auf eine neues, festeres Fundament gestellt worden ist.“ (*Philosophisches Jahrbuch*)

„Hübners kosequente Historisierung der Naturwissenschaft trifft die populäre Vorstellung von der Wissenschaft gleichsam mitten ins Herz.“ (*Der Spiegel*)

„Hübners wissenschaftliches Programm stellt eines der überzeugendsten Konzepte dar.“ (*Frankfurter Allgemeine Zeitung*)

„Hübners Buch ist wohl die eindrucksvollste Veröffentlichung zu diesem aktuellen Thema in der letzten Zeit.“ (*Deutsche Welle*)

„Hübner's Critique of Scientific Reason is particularly well worth reading.“ (*The Times Supplement*)

Hübner makes a new and original contribution to the understanding of how the development of knowledge takes place.“ (*Nature*)

Prof. Dr. phil. Kurt Hübner, geb. 1921, lehrte bis 1988 Philosophie an der Universität Kiel. Zahlreiche Veröffentlichungen.

Kurt Hübner

Kritik der wissenschaftlichen Vernunft

# ALBER STUDIENAUSGABE

Kurt Hübner

Kritik der  
wissenschaftlichen  
Vernunft

Verlag Karl Alber Freiburg / München

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Hübner, Kurt:**

Kritik der wissenschaftlichen Vernunft /

Kurt Hübner. – Studienausg. – Freiburg : Alber, 2002

ISBN 3-495-48077-3

4. AUFLAGE, 1993

(= unveränderter Nachdruck

der 3., verbesserten Auflage 1986)

mit einem Vorwort zur neuen Ausgabe

STUDIENAUSGABE

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier (säurefrei)

Printed on acid-free paper

Alle Rechte vorbehalten – Printed in Germany

© Verlag Karl Alber GmbH Freiburg / München 1978, \*1993, 2002

Einband gesetzt in der Rotis SemiSerif von Otl Aicher

Druck und Bindung: Difo-Druck, Bamberg 2002

ISBN 3-495-48077-3

*Frau Dr. med. Ellen Roser zum Gedächtnis*

Das erste steht uns frei,  
beim zweiten sind wir Knechte.  
Goethe



# Inhalt

Vorwort 13

Vorwort zur 4. Auflage 15

## *Erster Teil: Theorie der Naturwissenschaften*

- I. *Historische Einführung in die Frage der Begründung und Geltung der Naturwissenschaften, des Numinosen und der Kunst* 19
  1. Die Begründungsfrage der Naturwissenschaften im kritischen Empirismus Humes, im Transzendentalismus Kants und im Operativismus Reichenbachs 20
  2. Vergleich der Grundlagen des Transzendentalismus und des Operativismus 25
  3. Die Begründungsfrage des Numinosen und des künstlerischen Gegenstandes im Transzendentalismus und im Operativismus 27
  
- II. *Eine Fallstudie: Die Begründung und Geltung des Kausalprinzips in der Quantenmechanik* 34
  1. Die Beschränkung der Anwendbarkeit des Kausalprinzips in der Quantenmechanik 34

2. Das uneingeschränkte Kausalprinzip und die verborgenen Parameter 40
3. Die Philosophie der Kopenhagener Schule und die Philosophie Bohms 43
4. Weder das eingeschränkte noch das uneingeschränkte Kausalprinzip enthalten eine „ontologische“ Aussage. Beide sind Festsetzungen a priori 52

### *III. Systematische Entwicklung der Begründungsfrage in den Naturwissenschaften 55*

1. Die Begründung von Basissätzen 56
2. Die Begründung von Naturgesetzen 59
3. Die Begründung von Axiomen naturwissenschaftlicher Theorien 63
4. Rein empirisch können nur metatheoretische Aussagen sein 68

### *IV. Eine Weiterentwicklung von Duhems historistischer Theorie der wissenschaftlichen Begründung 73*

1. Duhems historistische Wissenschaftstheorie 74
2. Kritik an Duhems Theorie 80
3. Einführung von Kategorien und Weiterentwicklung von Duhems Theorie 85
4. Die Bedeutung der eingeführten Kategorien für die Geschichte der Physik 89
5. Die propädeutische Bedeutung der Wissenschaftsgeschichte für die Wissenschaftstheorie 92

- V. *Kritik der ahistorischen Wissenschaftstheorien Poppers und Carnaps am Beispiel von Keplers „Astronomia Nova“* 97
1. Eine wissenschaftstheoretische Analyse von Keplers „Astronomia Nova“ 101
  2. Keplers „Astronomia Nova“ im Lichte der Wissenschaftstheorie Poppers und Lakatos' 115
  3. Keplers „Astronomia Nova“ und Carnaps Induktionslogik 123
  4. Der mangelnde Sinn für das Historische bei Popper und Carnap 129
- VI. *Ein weiteres Beispiel: Die geistesgeschichtlichen Grundlagen der Quantenmechanik* 134
1. Der Streit zwischen Einstein und Bohr als Streit um philosophische Axiome 138
  2. Ist Bohrs Philosophie Idealismus? 141
  3. Das Katzenbeispiel 144
  4. Operatoren für nicht meßbare Größen in der Quantenmechanik 146
  5. Quantenlogik, Interphänomene, v. Neumanns Beweis und der Indeterminismus 147
  6. Wie lassen sich die apriorischen Axiome, die der Quantenmechanik zugrunde gelegt werden, rechtfertigen? 154
- VII. *Kritik der Versuche, die Quantenmechanik mit einer neuen Logik in Zusammenhang zu bringen* 168
1. Der Versuch von Weizsäckers 169
  2. Der Versuch Mittelstaedts 176
  3. Der Versuch Stegmüllers 180

*Zweiter Teil: Theorie der Wissenschaftsgeschichte und der  
Geschichtswissenschaften*

*VIII. Grundlagen einer allgemeinen historischen Theorie  
der empirischen Wissenschaften 189*

1. Eine historische Situation entscheidet über Tatsachen und Grundsätze und nicht umgekehrt. Geschichtliche Systeme und geschichtliche Systemmengen 193
2. Die Entwicklung der Wissenschaften wird wesentlich durch Unstimmigkeiten innerhalb von Systemmengen hervorgerufen. Sieben Gesetze historischer Prozesse 200
3. Eine historistische Betrachtungsweise ist keineswegs notwendig eine relativistische 207
4. Explikation und Mutation von Systemen. Fortschritt I und Fortschritt II 210
5. Fortschritt I und Fortschritt II beruhen auf einer Harmonisierung von Systemmengen 212
6. Weder der Fortschritt I noch der Fortschritt II wachsen stetig 217

*IX. Der Übergang von Descartes zu Huygens im Lichte  
der historistischen Wissenschaftstheorie 221*

1. Die zweite und die vierte Stoßregel Descartes' als Beispiel 221
2. Der Sinn der Cartesianischen Stoßgesetze. Die „göttliche Mechanik“ 225
3. Der innere Widerspruch im Cartesianischen System 232
4. Der Übergang von Descartes zu Huygens als ein Beispiel für die Selbstbewegung von Systemmengen 235

- X. *Die Bedeutung des Historisch-Genetischen für die Relativistische Kosmologie und die klassische Frage, ob das Universum eine Idee sei* 243
1. Einsteins apriorische Begründung der Allgemeinen Relativitätstheorie 244
  2. Das Postulat über das Weltsubstrat und das kosmologische Prinzip 247
  3. Vier mögliche Weltmodelle der Relativistischen Kosmologie und ihre apriorische Diskussion 249
  4. Über die Schwierigkeit, die Relativistische Kosmologie zu falsifizieren 262
  5. Zur Rechtfertigung des Apriorischen in der Relativistischen Kosmologie 265
  6. Ist das Universum nur eine Idee? 270
- XI. *Kritik am Wahrheitsbegriff in der Popperschen Philosophie und der Wahrheitsbegriff in der historistischen Theorie der empirischen Wissenschaften* 273
1. Kritik an Poppers metaphysischem Realismus und der Wahrheitsbegriff der historistischen Wissenschaftstheorie 275
  2. Von der Wahrheit der historistischen Wissenschaftstheorie selbst 283
  3. Einige zusätzliche kritische Bemerkungen zum neueren Popperianismus 285
- XII. *Kritik an der Sneed-Stegmüllerschen Theorie wissenschaftsgeschichtlicher Prozesse und des wissenschaftlichen Fortschritts* 291
1. Kritik an der Sneed-Stegmüllerschen Definition theoretischer Größen 294

2. Kritik an der Sneed-Stegmüllerschen Unterscheidung zwischen dem Strukturkern und dem erweiterten Strukturkern einer Theorie 296
3. Kritik an der Sneed-Stegmüllerschen „Theoriedynamik“ 298

*XIII. Theoretische Grundlagen der Geschichtswissenschaften 304*

1. Die Philosophen des Verstehens 305
2. Die Philosophen des Erklärens 307
3. Das für die Geschichtswissenschaften spezifische Allgemeine 308
4. Der innere Zusammenhang von Erklären, Verstehen und Erzählen 315
5. Der Begriff „Theorie“ in den Geschichtswissenschaften 318
6. Zur Frage der Rechtfertigung theoretischer Grundsätze in geschichtswissenschaftlichen Theorien 322
7. Axiomatische Grundsätze a priori in geschichtswissenschaftlichen Theorien 323
8. Judicale Grundsätze 328
9. Normative Grundsätze 329
10. Die Beziehung zwischen Apriorischem und Aposteriorischem 330
11. Der sogenannte hermeneutische Zirkel 332
12. Die Erklärung von Explikationen und Mutationen historischer Systeme sowie die Erklärung von Bedeutungen 333
13. Die Rechtfertigung theoretischer Grundsätze in einer geschichtlichen Situation 340
14. Die Vergangenheit als Funktion der Gegenwart 345

15. Drei Formen der Rechtfertigung theoretischer Grundsätze in den Geschichtswissenschaften 356

*Dritter Teil: Die wissenschaftlich-technische und die mythische Welt*

*XIV. Die Welt der wissenschaftlichen Technik 361*

1. Zur Geschichte der Technik 362
2. Kybernetik als moderne Technik par excellence 366
3. Die Gesellschaft im technischen Zeitalter 369
4. Die Technik im Für und Wider 372
5. Technik und Zukunftsforschung 377
6. Die Technik im Lichte der Theorie historischer Systemmengen und die Leidenschaft zum Wandel 379

Exkurs über Theorien rationaler Entscheidung 388

*XV. Die Bedeutung des griechischen Mythos für das Zeitalter von Wissenschaft und Technik 395*

1. Die Rechtfertigungsfrage des Mythos. Der Zusammenhang von Mythos, Numinosem und Kunst 396
2. Bedingungen mythischer Erfahrung 400
3. Die Zerstörung des Mythos durch die aufkommende Wissenschaft 419
4. Das Verhältnis von Wissenschaft und Mythos 423

Personenregister 427

Sachregister 431



## Vorwort

Viele glauben heute, Wahrheit und Erkenntnis im eigentlichen Sinne könne es nur in der Wissenschaft geben und deswegen müßten allmählich alle Bereiche des Daseins von ihr beherrscht werden. Und auch dies ist eine weitverbreitete Meinung, daß Humanität wesentlich von wissenschaftlicher Aufklärung abhängt. Außerwissenschaftliches wie Kunst, Religion, Mythos sind daher vielleicht mehr denn je Anlaß zur Verlegenheit – wie soll man sie denn noch ernst nehmen und rechtfertigen können? Aber es gibt ebenfalls die Gegenseite, die insbesondere manche Fragwürdigkeit des technischen Fortschritts (Luft- und Wasserverschmutzung, Überbevölkerung usw.) zum Anlaß nimmt, sich einer irrationalen Wissenschaftsfeindlichkeit auszuliefern. Weder die einen noch die anderen haben offensichtlich eine hinreichende Vorstellung davon, was Wissenschaft eigentlich ist, was Wahrheit, Erfahrung und Erkenntnis in ihr bedeuten, was sie zu leisten und was sie nicht zu leisten vermag. Und Gleiches gilt auch für die Technik.

Die folgende Untersuchung soll dazu beitragen, dies zu klären. Dabei werden neue Einsichten zur Sprache kommen, die auch die erwähnten außerwissenschaftlichen Bereiche in einem bisher ungewohnten Licht erscheinen lassen.

Es war nicht meine Absicht, das Thema erschöpfend zu behandeln (wenn so etwas überhaupt möglich ist) und mich umfassend mit der neueren Literatur auseinander-

zusetzen, die zu vielem, was hier berührt wird, geschrieben worden ist. Überall beschränke ich mich auf das Wesentlichste, um dadurch die oft ungewohnten Grundgedanken umso klarer und faßbarer hervortreten zu lassen. Auch wende ich mich wegen der Aktualität des Gegenstandes an einen größeren Leserkreis und keineswegs nur an Spezialisten der Wissenschaftstheorie. Einige wenige Kapitel mögen manchem Leser schwer zugänglich sein; das Verständnis des Ganzen wird ihm dadurch dennoch keineswegs unmöglich gemacht. Denn gerade die wichtigsten von ihnen erfordern keine besonderen Vorkenntnisse und sind ferner so abgefaßt, daß sie auch als selbständige Einheiten gelesen werden können. Hierzu gehören insbesondere die Kapitel I, III, IV, VIII, XI, XIII, XIV und XV.

Noch eines sei abschließend zur Vermeidung von Mißverständnissen hervorgehoben: Die vorliegende Betrachtung widmet sich den Wissenschaften nur insoweit, als sie die *Form empirischer Theorien* haben, wie sie im Zuge der Neuzeit aufgekomen sind. Aber mit diesen alleine ist auch der Zusammenhang zu den aktuellen Problemen gegeben, die soeben angedeutet wurden.

Meinen Mitarbeitern an der Universität in Kiel, den Herren Dr. Deppert, Dr. Fiebig und Sell danke ich für zahlreiche Ratschläge und die Durchsicht des Manuskriptes. Da einige Kapitel dieses Bandes aber bereits in der Zeit meiner Lehrtätigkeit in Berlin entstanden sind, möchte ich auch meinen damaligen Mitarbeitern, den Herren Professor Dr. Lenk, Professor Dr. Rapp und Dozent Dr. Gebauer für viele Anregungen danken, die sie mir gegeben haben.

Kiel, am 31. 12. 1977

## Vorwort zur 4. Auflage

Seit dem ersten Erscheinen der „Kritik der wissenschaftlichen Vernunft“ im Jahre 1978 ist die Forschung auf dem Gebiete der Wissenschaftstheorie, verstanden als Theorie der Formen wissenschaftlichen Denkens, seiner Grundlagen und Erkenntnismöglichkeiten, in vielfacher Weise weitergegangen. Die besonderen Fragen, die die Buch stellt, und die Antworten, die es darauf zu geben versucht, wurden dabei jedoch kaum wesentlich betroffen. Zu einer Veränderung oder Anpassung an neuere Entwicklungen innerhalb der Wissenschaftstheorie sah ich daher keinen Anlaß.

Was die geistige Situation betrifft, die ich in meinem Vorwort zur ersten Auflage beschrieben habe, so hat sie sich insofern zugespitzt, als die Angst vor der Zerstörung der Natur, die man ja vor allem dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt und seinen ökonomischen Auswirkungen zuschreibt, eher zu- als abgenommen hat. Einerseits wurde inzwischen weitgehend erkannt, daß ein Ausstieg aus der wissenschaftlich-technischen Welt, wie ihn manche erträumten, unmöglich ist und die Katastrophe, die man befürchtet, nur beschleunigen würde; andererseits glaubt man sich dem Teufelskreis ausgesetzt, daß die drohende Umweltzerstörung überhaupt nur mit den Mitteln des so fragwürdig gewordenen wissenschaftlich-technischen Fortschritts verhindert werden kann. Nicht das also steht mehr im Vordergrund des Interesses, wenn man von Randerscheinungen absieht, wie man

Wissenschaft wieder los wird, sondern wie man von ihrem naiven Gebrauch und Verständnis zu einem reflektierten gelangt. Es geht dabei nicht nur um das Überleben; es geht auch überhaupt um das Verhältnis des Menschen zur Natur, zur Wirklichkeit und vor allem zu sich selbst. Die Frage, ob oder in welchen Grenzen Natur und Wirklichkeit wissenschaftlich zu betrachten sind, schließt die Frage ein, ob oder in welchen Grenzen der Mensch selbst wissenschaftlich zu betrachten ist. Wann immer man die Wissenschaft bestimmten Zielen unterwerfen will, steht die Idee des Humanen im ganzen zur Debatte.

Aber wenn sich die Lage in der geschilderten Weise auch zugespitzt hat und daher mehr denn je über solche Ziele und über diese mit ihnen zusammenhängende Idee geschrieben wird, so neigt man doch unverändert dazu, die erste, dafür grundlegende Stufe zu überspringen, die nur in der hier definierten Theorie der Wissenschaften selbst liegen kann. Und so bleibt Wissenschaftskritik nach wie vor meist nicht minder naiv wie jene Wissenschaftsgläubigkeit, die man gerade bekämpfen will. Die Vorurteile der letzteren werden so nur durch die Vorurteile der ersteren ersetzt.

Ich übergebe daher die vierte Auflage dieses Buches der Öffentlichkeit in der Überzeugung, daß es, abgesehen von der Gültigkeit seiner Ergebnisse, nichts an seiner Aktualität eingebüßt hat. Und ich sehe mich darin bestärkt durch seine zahlreichen Übersetzungen in andere Sprachen, die in der Zwischenzeit erschienen sind.

Kiel, am 31. 12. 1992

Erster Teil

Theorie der Naturwissenschaften



## I. Historische Einführung in die Frage der Begründung und Geltung der Naturwissenschaften, des Numinosen und der Kunst

Wenn wir auf den Anlasser unseres Autos drücken, erwarten wir, daß der Motor anspringt; wenn wir im Dunkeln einen Lichtschalter bedienen, erwarten wir, daß das Licht angeht; Sterne lassen sich in ihrem Lauf vorausberechnen; chemische Verbindungen werden immer wieder in derselben Weise hergestellt. Unser ganzes Leben in der Welt der Industrie ist erfüllt von einem engmaschigen Netz technischer Verrichtungen, die ständig Erwartungen einschließen, die sich ständig erfüllen. Diesem allen aber liegt die Physik und liegen die physikalischen Gesetze zugrunde. Deswegen behauptete LENIN: Die Praxis beweist die Wahrheit der Physik.<sup>1</sup>

Aber die Physik enthält nicht nur Gesetze, die wir ständig anwenden. Sie gibt auch mannigfachen Erscheinungen im physikalischen Laboratorium wie im täglichen Leben eine bestimmte Deutung. Es leuchtet eine Glühbirne auf; wir sagen: Es fließt Strom. Wir beobachten das Ansteigen der Flut und sagen: Der Mond übt eine Anziehungskraft aus. Wenn wir Licht sehen, sagen wir: Dies sind elektromagnetische Wellen. Wenn wir Radio hören, sagen wir: Eine Stimme aus dem Äther erreicht uns. Wenn wir eine Spur auf einer Nebelkammeraufnahme beobachten, sagen wir: Dies ist das Bild einer Teilchenbahn, und wir nennen das Teilchen Elektron. In allen diesen Fällen sind wie selbstverständlich physikalische Theorien in die tägliche

---

<sup>1</sup> W. J. LENIN: Materialismus und Empiriokritizismus, Berlin 1958, S. 180.

Sprache des modernen Menschen eingedrungen. Auch diese Theorien werden für wahr gehalten. Und dennoch ist weder die Existenz physikalischer Gesetze noch die Wahrheit physikalischer Theorien eine Selbstverständlichkeit, wie uns das ständig suggeriert wird, sondern etwas Fragwürdiges.

Das vorliegende Kapitel soll in diese Fragwürdigkeit anhand von drei klassischen und einschlägigen Beispielen für ihre Behandlung einführen. Gemeint sind HUME, der den kritischen Empirismus, KANT, der den Transzendentalismus und REICHENBACH, der (in diesem Falle) den Operativismus repräsentiert. Dabei wird gezeigt werden, wie bereits in diesen historischen Beispielen die Problematik auch des Numinosen und der Kunst hervortritt.

*1. Die Begründungsfrage der Naturwissenschaften  
im kritischen Empirismus Humes,  
im Transzendentalismus Kants und  
im Operativismus Reichenbachs*

Beginnen wir mit HUME und betrachten wir hierzu das Fallgesetz:

$$s = \frac{g}{2} t^2$$

Kennt man den Zeitpunkt, an dem der Fall des Körpers begonnen hat, dann läßt sich der Weg für einen späteren Zeitpunkt nach diesem Gesetz vorhersagen. Mit der Behauptung, daß physikalische Gesetze existieren, will man sagen, daß sie eine allgemeine Verfassung der Natur ausdrücken, daß die Natur nach ihnen wahrhaft konstruiert ist. Diese Gesetze sollen also *immer*, auch in Zukunft, gelten; denn nur dann sind sie ja Gesetz. Aber die Erfahrung, daß solche Gesetze vorlagen und daß wir mit der

Annahme solcher Gesetze stets Erfolg hatten, betrifft nur die Vergangenheit. Wir können bestenfalls immer nur sagen: Bisher wurden unsere Erwartungen auf Grund der Gesetze stets bestätigt. Mit welchem Recht indessen schließen wir von der Vergangenheit auf die Zukunft und sagen: Diese Gesetze werden immer gelten, denn sie sind *allgemeine* Naturgesetze? Die Erfahrungen der Praxis geben uns keineswegs das Recht so zu schließen. Wollte man sich auf sie berufen, dann würde dies, wie leicht zu sehen ist, auf einen Zirkel hinauslaufen. Man müßte dann nämlich folgendermaßen argumentieren, und in dieser Weise wird auch in der Tat meistens auf populäre Weise argumentiert: Bisher, und das heißt in der Vergangenheit, haben wir mit unseren Schlüssen von der Vergangenheit auf die Zukunft praktischen Erfolg gehabt; also werden wir auch in Zukunft mit solchen Schlüssen Erfolg haben, und damit ist diese Schlußart gerechtfertigt. Aber diese Begründung macht von dem, was sie begründen will, schon Gebrauch, nämlich von dem Schluß von der Vergangenheit auf die Zukunft, denn sie schließt ja einfach von vergangenen praktischen Erfolgen auf künftige. So wenig wie mit dem Hinweis auf gehabte Erfahrungen läßt sich aber auch mit reiner Logik hier etwas ausrichten. Denn die Konstanz von Regeln in der Natur, die bei allen Schlüssen der bezeichneten Art vorausgesetzt werden muß, ist kein Begriff der Logik. Die Logik lehrt in ihrer leeren und formalen Allgemeinheit nichts über besondere Eigenschaften der Natur; also auch nichts über deren Konstanz. So lautet das Fazit: Erfahrung jedenfalls, die immer vergangen ist, oder reine Logik können niemals die Existenz von physikalischen Gesetzen, die für alle Zeiten gültig sein sollen, beweisen. Das war HUMES grundlegende Einsicht.

Damit wurde deutlich, daß sowohl die Existenz wie der

Inhalt von Naturgesetzen keineswegs empirisch gegebene Tatsachen sind, daß wir sie nicht in der Natur einfach vorfinden, sondern daß wir sie offenbar in gewisser Hinsicht an die Natur herantragen, daß wir sie in sie hineinlegen. Wenn wir darüber hinaus behaupten, sie existierten aber doch an sich in der Natur, es bestünde sozusagen eine prästabilisierte Harmonie zwischen dem, was wir an sie herantragen und dem, was in ihr wahrhaft existiert, so müssen wir uns darüber im klaren sein, daß eine solche Behauptung nicht zu begründen ist. Sie drückt vielmehr einen Glauben aus.

Aber mit welchem Recht tragen wir denn dann Gesetze an die Natur heran? HUME hat deren Verwendung einfach auf die Gewohnheit zurückgeführt, die sich beim ständigen Wiederholen regelhaft aufeinanderfolgender Ereignisse einstellt. Er hat damit die Frage nach dem Recht überhaupt verneint. Diese Auffassung ist unhaltbar. Erstens kann man von einer gewohnheitsmäßigen Einstellung nur bei ziemlich simplen Gesetzen sprechen, etwa bei einem Gesetz der Form: Wenn man ins Feuer langt, verbrennt man sich. Wir vertrauen jedoch auch auf Gesetze, welche dem alltäglichen Bereich ständiger Erfahrung und Gewohnheit weit entrückt sind, wie es zum Beispiel diejenigen sind, welche die Bahnen von Kometen bestimmen. Zweitens läßt sich die Annahme von Gesetzen, welche der Wissenschaft zugrundeliegen, nicht auf etwas so Schwankendes und Subjektives wie die menschliche Gewöhnung gründen. Die Wissenschaft braucht rationale Gründe hierfür.

Mit welchem Recht also werden physikalische Gesetze vorausgesetzt, wenn sie nicht in der Erfahrung gegeben, ihre Existenz also keineswegs verbürgt ist?

KANT geht von der Annahme aus, daß wir uns die mannigfaltigen, verstreuten Vorstellungen, welche unser Be-

wußtsein erfüllen, notwendigerweise als in einem möglichen durchgängigen Zusammenhang stehend denken müssen. Denn nur wenn sie in einem solchen möglichen Zusammenhang stehen, können sie zur Einheit eines Ich-Bewußtseins gehören. So schwingt ja auch in unserem Bewußtsein stets intuitiv und mehr oder weniger thematisch die Vorstellung von einem allgemeinen und zusammenhängenden Welt-Horizont mit, in den wir alles hineinordnen. Aber diese Zusammenhänge sind uns nicht wirklich und in der Erfahrung durchgängig gegeben. Sie müssen von einem Ich, das sich als Einheit versteht, nur als grundsätzlich möglich gedacht und damit a priori vorausgesetzt werden. Es ist nun KANTS Unternehmen, diese a priori vorauszusetzenden Zusammenhänge, durch die sich, wie er meint, das Bewußtsein als Einheit bildet, ausfindig zu machen. Hierbei kommt er zu dem Ergebnis, daß zu ihnen unter anderem die Verbindung von Ereignisvorstellungen nach dem Prinzip der Kausalität gehören muß. Dieses Prinzip besagt in Kürze, wenn wir gewisse hier nicht wichtige Schwierigkeiten unbeachtet lassen, folgendes: Für jedes Ereignis gibt es eine kausale Erklärung so, daß es als nach einer allgemeinen Regel aus vorhergegangenen Ereignissen entstanden gedacht werden muß. Dieses Prinzip scheint aber auch die Bedingung dafür zu sein, daß uns Ereignisvorstellungen überhaupt objektiv gegeben sind. Denn eine Ereignisvorstellung ist nach KANT erst dann objektiv und nicht subjektiv willkürlich, wenn sie, wie er sich ausdrückt, „unter einer Regel steht, welche sich von jeder anderen Apprehension unterscheidet und eine Art der Verbindung des Mannigfaltigen notwendig macht“<sup>2</sup>. Eine solche Regel aber ist zum Beispiel das Kausalprinzip. Erst wenn wir ein Ereignis als

---

<sup>2</sup> Kritik der reinen Vernunft B 236.

nach einer kausalen Regel entstanden denken, betrachten wir es als wahrhaft objektiv und nicht unserer Willkür entsprungen. Die apriorische Gestaltung des Kausalprinzips ist daher, wie KANT sagt, nicht nur die Bedingung dafür, daß die Einheit des Bewußtseins, sondern daß auch überhaupt Erfahrung von Objekten möglich ist.

Haben wir also in der Vergangenheit eine Regel nach Art des Fallgesetzes gefunden, so haben wir nunmehr ein Recht, ihre Geltung auch für die Zukunft zu erwarten. Denn diese Regel ist dann ja nur ein besonderer Fall der a priori geltenden Behauptung des Kausalprinzips, daß alle Ereignisse notwendigerweise als nach konstanten Regeln und Gesetzen entstanden gedacht werden müssen.

So lautet die Antwort, die sich aus KANTS transzendentalen Idealismus auf die Frage ergibt, mit welchem Recht physikalische Gesetze a priori vorausgesetzt werden, wenn sie uns nicht empirisch gegeben sein können.

REICHENBACHS operativistische Antwort dagegen lautet so: Wenn sich die Wissenschaft das Ziel setzt, Prognosen zu machen und die Natur zu beherrschen, dann muß sie voraussetzen, daß das Naturgeschehen nach konstanten Regeln und Gesetzen verläuft. Rein empirisch läßt sich die Existenz solcher Gesetze nicht beweisen; aber da es, wenn überhaupt, so nur einen methodischen Weg gibt, das Ziel der Prognose, das wir wollen, zu erreichen – nämlich den der Voraussetzung von Gesetzen –, so müssen wir ihn beschreiten, auch wenn wir nicht wissen, ob unsere Mühe vergeblich sein wird.

„Ein Blinder“, schreibt REICHENBACH, „der sich im Gebirge verirrt hat, tastet mit seinem Stock einen Pfad. Er weiß nicht, wohin ihn der Pfad führt, auch nicht, ob der Pfad ihn nicht so nah an den Abgrund führt, daß er hinterstürzen wird. Und doch wird er, indem er sich mit

seinem Stock von Schritt zu Schritt weitertastet, dem Pfade folgen und weitergehen. Denn wenn es für ihn überhaupt eine Möglichkeit gibt, aus der Felsenwildnis herauszukommen, dann ist es das Tasten entlang diesem Pfad. Als Blinde stehen wir vor der Zukunft; aber wir tasten einen Pfad, und wir wissen: wenn wir überhaupt einen Weg durch die Zukunft finden können, dann geschieht es durch Tasten entlang diesem Pfad.“<sup>3</sup> Mit diesem Gleichnis will REICHENBACH folgendes sagen: Wer Physik betreibt und die Natur beherrschen will, der muß a priori physikalische Gesetze und das Kausalprinzip methodisch voraussetzen. Damit wird aber nichts über die Existenz solcher Gesetze behauptet. Die Auffassung REICHENBACHS läßt sich auch auf das tägliche Leben übertragen. Warum setzen wir ununterbrochen selbst bei den kleinsten Handlungen Naturgesetze voraus? Nun, weil wir handeln wollen und weil Handelnwollen vernünftigerweise die Voraussetzung solcher Gesetze einschließt.

## *2. Vergleich der Grundlagen des Transzendentalismus und des Operativismus*

Vergleicht man KANTS Transzendentalismus mit REICHENBACHS Operativismus, so ergibt sich: Die Kritik der reinen Vernunft hat das umfassende Ziel nachzuweisen, daß die Grundlagen der Physik – wie zum Beispiel die Kategorien Kausalprinzip, Wechselwirkung usw. – den a priori notwendigen Rahmen darstellen, in dem Objekte einem einheitlichen Ich-Bewußtsein überhaupt gegeben werden können, in dem Erfahrung überhaupt möglich ist. Zwischen der physikalischen Betrachtungsweise und

---

<sup>3</sup> H. REICHENBACH: *Wahrscheinlichkeitslehre*, Leiden 1935, S. 420.

derjenigen des täglichen Lebens besteht daher für KANT nur ein gradueller Unterschied: Hinsichtlich ihrer Grundlagen expliziert die Physik nur, was jedes Ich-Bewußtsein a priori unbewußt voraussetzt.

So bliebe die Physik zumindest der Form nach die einzig gerechtfertigte Betrachtungsweise der äußeren Welt. KANT freilich ging in seinen späteren Schriften noch weiter. In den „Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaften“ und in seinem Opus postumum wird auch ein großer Teil des *Inhalts* der NEWTONSchen Physik a priori deduziert.

Im Gegensatz hierzu ergibt sich nach dem operativistischen Standpunkt, daß die Physik weder wahr noch falsch ist, sondern auf apriorischen Festsetzungen und symbolisch-idealen Konstruktionen beruht, die nur zu dem Zwecke an die Natur herangetragen werden, um sich ein Schema zu ihrer Beherrschung zu schaffen. Mit diesen Konstruktionen aber wird nicht der Anspruch erhoben, daß sie die Verfassung der Natur abbilden. Vielleicht läßt sich dies vergleichen mit einem Netz von Koordinaten, das wir über die Erdkugel werfen, damit wir uns auf ihr orientieren. Auch dieses Netz ist eine ideale Konstruktion, aber es ist keine Eigenschaft der Erde.

Das Gemeinsame der Transzendentalphilosophie und des Operativismus besteht also darin, daß beide das klassische, naive Ich-Gegenstand-Verhältnis aufgeben haben, wonach dem Ich ein Gegenstand an sich gegenübersteht, von dem es dann durch Erfahrung Kenntnis erwirbt. Denn sowohl die Transzendentalphilosophie wie der Operativismus lehren, daß das Ich den Gegenstand in gewisser Hinsicht selbst erzeugt. In beiden Fällen haben wir also insofern einen Apriorismus vor uns, denn „a priori“ bedeutet ja zunächst nur: nicht durch die Erfahrung, sondern durch uns selbst gegeben. Der Unterschied

aber besteht darin, daß KANT die Weisen dieser Erzeugung für a priori notwendig und unveränderlich hält, während sie der Operativismus rein methodisch aus dem Zweck herleitet, die Natur unter dem Gesichtspunkt ihrer Beherrschung zu betrachten. Man könnte daher auch das Apriori KANTS notwendig nennen, das des Operativismus dagegen kontingent oder zufällig. Für KANT ist die Physik die einzig mögliche echte Gegenstandskonstruktion; für den Operativismus hingegen beruht sie auf einem besonderen Entschluß. So muß auch die Entstehungsgeschichte der Physik mit all ihren unübersehbaren historischen Konsequenzen, wie sie sich in der Industrie, den Atombomben und Mondraketen abzeichnen, im Lichte der Transzendentalphilosophie als ein Prozeß betrachtet werden, in dem die Vernunft sich die Weisen erst eigentlich klarmacht, in denen sie Gegenstände überhaupt objektiv konstituiert. Im Lichte des Operativismus hingegen beruht die Entstehung der Physik auf einem Akt des Willens, eines Willens zur Macht über die Natur, wie dies bereits BACON und HOBBS, diese ersten Menschen des technischen Zeitalters, geahnt haben.

### *3. Die Begründungsfrage des Numinosen und des künstlerischen Gegenstandes im Transzendentalismus und im Operativismus*

Damit komme ich zum dritten Abschnitt dieses Kapitels, der zeigen soll, wie sich aus den gegebenen historischen Beispielen die Problematik außerwissenschaftlicher Gegenstände, nämlich des Numinosen und der Kunst entwickelt.

Für KANT ist die Physik die Betrachtungsweise der äußeren Welt. Damit ist er aber so modern wie irgendeiner,

denn ich habe schon geschildert, in welcher Situation wir uns heute befinden. Ununterbrochen und übermächtig begegnet dem Menschen im technischen Zeitalter der physikalische Gegenstand. Seine ganze Welt ist erfüllt von täglichen technischen Verrichtungen, seine Sprache durchsetzt sich mit Physik. Er sieht selbst die Gegenstände des täglichen Lebens in physikalischer Sicht. Der Kristall, der Edelstein, das Meer, die Sonne, der Wind – dies alles ist ihm eine in letzter Instanz durch die Physik zu erklärende materielle Substanz. In Wahrheit, so heißt es in populärer Auffassung, haben wir es hier mit Haufen von Atomen und Elementarteilchen zu tun – und weiter nichts. Ob diese Auffassung nun wahr oder halb wahr ist oder nicht: in jedem Falle spiegelt sie die ständige Suggestion wider, der man durch das dauernde Umstelltsein von technischen Dingen unterliegt und die auch das Unterbewußtsein bestimmt. Man könnte aber auch die Grundlagen des technischen Zeitalters nicht unüberwindlicher machen, als wenn es einem mit KANT gelänge nachzuweisen, daß die Physik a priori notwendig ist. Daher darf KANT trotz der Jahrhunderte, die uns von ihm trennen, als ein Exponent unseres Zeitalters gelten. Obgleich nun KANT einerseits die Allmacht der Physik verkündete, versuchte er sie doch andererseits mit Hilfe eines idealistischen Tricks wieder einzuschränken. Sie soll nur für Erscheinungen gelten, nicht aber für das Reich der Dinge an sich. Daraus aber ergeben sich die entscheidenden Konsequenzen seiner Philosophie: Die Physik sollte – er sagte „das Wissen“, aber das ist für ihn ja dasselbe – „aufgehoben und für den Glauben Platz geschaffen werden“. Was aber ist dabei im Endeffekt herausgekommen? Das auch noch sehr schwach begründete Postulat eines Weltpolizisten, mit der Rolle betraut, für die moralische Weltordnung zu sorgen. Das ist die Gottheit,

die KANT uns bietet. In diesem Falle also wurde ein Apfelgarten versprochen und nur ein Apfel gegeben. Unmöglich aber ist in KANTScher Sicht das Numinose. Darunter ist nicht etwa eine christliche, sondern eine allgemeine religiöse Kategorie zu verstehen. Das Numinose ist das Heilige, das den Menschen – wie es RUDOLF OTTO geschildert hat – im „Mysterium tremendum“ erzittern läßt und ihn zugleich im „Mysterium fascinosum“ in seinen Bann zieht.<sup>4</sup> Es ist das Göttliche, das uns in Raum und Zeit erscheint; und eben deswegen ist es das Wunder. Aber das Wunder ist genau das, was für KANT unmöglich sein muß, weil es sich im Reiche der Erscheinung abspielt, für das allein die Physik zuständig ist. Deswegen ja auch das Ausweichen in die intelligible Welt an sich, für die dann der abstrakte Weltpolizist postuliert wird. Was HUME hinsichtlich des Wunders sagte, kann als genauso charakteristisch für KANT betrachtet werden. Denn HUME lehrte: Wann immer behauptet wird, daß ein Wunder stattgefunden habe, so müsse man erwägen, was gemäß den wissenschaftlich und außerwissenschaftlich bekannten Gesetzen der Natur und der Psyche des Menschen wahrscheinlicher sei, nämlich ob das Wunder wirklich stattgefunden oder eine Täuschung vorgelegen habe. Und nur, wenn die Täuschung wunderbarer sei als das Wunder, könne man es für wahr halten. Dies aber wird mit Hinblick auf die genannten Gesetze niemals der Fall sein. In solcher Sicht also ist das Numinose unmöglich. Daß freilich HUME kaum ein Recht zu einer solchen Argumentation hatte, weil er ja im Gegensatz zu KANT an der Möglichkeit zweifelte, Naturgesetze zu begründen, steht auf einem anderen Blatt.

---

<sup>4</sup> R. OTTO: Das Heilige. Über das Irrationale in der Idee des Göttlichen und sein Verhältnis zum Rationalen, München 1936.

Unmöglich ist dann aber auch der Gegenstand der Kunst. Ich möchte das am Beispiel der bildenden Kunst verdeutlichen. Was ist der Gegenstand der Kunst? Damit meine ich nicht etwa das Sujet eines Bildes, nicht sein Thema, sondern die Totalität des Ereignisses, die es uns vorstellt. Das betrifft selbstverständlich auch die sog. „gegenstandslose“ Kunst. Dieser Gegenstand der bildenden Kunst ist nicht derjenige der Wissenschaft im allgemeinen und nicht derjenige der Physik im besonderen. Er ist sozusagen immun gegen eine nach wissenschaftlichen Gesetzen konstruierte Gegenständlichkeit.

Vom künstlerischen Gegenstand sind alle Kunsttheorien von der Antike bis ausschließlich KANT ausgegangen; dabei haben sie diesen Gegenstand in mannigfacher Weise mit der platonischen Idee oder dem aristotelischen Formbegriff in Zusammenhang gebracht.

Es ist nun ein Symptom, daß KANT, in dem sich die Tendenz des Zeitalters spiegelt, die Physik zum Kriterium der Beurteilung von Objekten zu machen, den künstlerischen Gegenstand seiner Bedeutung beraubt. Nicht auf ihn legt er das Gewicht seiner Theorie der Kunst, sondern auf die Wirkungen, die das Kunstwerk im Betrachter auslöst. Diese Wirkungen bestehen nach KANTScher Auffassung im interesselosen Wohlgefallen und in dem beglückenden, freien und harmonischen Spiel der Erkenntniskräfte. Der künstlerische Gegenstand tritt hier überhaupt nur so weit ins Blickfeld, als er die allgemeine Form der Zweckmäßigkeit haben soll; aber Zweckmäßigkeit ist für KANT keine objektive Verfassung der Natur, sondern nur ein subjektives Prinzip ihrer Beurteilung. Nach dieser Auffassung, so könnte man überspitzt, aber doch wohl treffend sagen, ist der Prototyp des Kunstwerks das Tapetenmuster.

Wenn aber KANT so das ästhetische Ereignis in die Subjek-

tivität verlegt, dann ist das nur die Kehrseite davon, daß er den künstlerischen Gegenstand, also die Totalität des Ereignisses, welches das Kunstwerk vorstellt, für unmöglich erklären muß. Denn möglich ist für ihn ja nur, was uns nach (in Strenge wissenschaftlich erkannten) empirischen oder apriorischen Gesetzen entgegentreten kann. Alles andere überläßt er der Subjektivität, der Fiktion, die letzten Endes gleichgültig ist. Aber wenn man den künstlerischen Gegenstand in seiner Möglichkeit aufhebt, hebt man auch die Kunst und das ästhetische Ereignis auf. Denn dieses Ereignis ist nur dadurch möglich, daß wir das Recht in Anspruch nehmen, den künstlerischen Gegenstand, sei es im Schöpfungsprozeß, sei es bei seiner Kontemplation, als etwas Objektives zu betrachten. All seine hinreißende Kraft, all seine Bedeutung bezieht das Kunstwerk aus dem Anspruch, daß sein Gegenstand in irgendeiner Weise gültig, daß er eine mögliche Deutung der wirklichen Welt ist. So hat KANT die Quelle verschüttet, von der das Numinose und die Kunst alleine leben können.

Im Gegensatz zur Transzendentalphilosophie läßt nun der Operativismus die Möglichkeit der Kunst und des Numinosen offen; aber er kann sie auch nicht begründen. Das physikalische Objekt entsteht nach ihm dadurch – und darin ist er mit KANT zunächst einig –, daß wir in das Mannigfaltige der Wahrnehmungen a priori eine synthetische Einheit nach Regeln und Gesetzen bringen. Aber während das für KANT die notwendige Weise der Objekt-konstruktion überhaupt ist, wird sie nach der Auffassung des Operativismus nur durch praktische Endzwecke bestimmt und ist deswegen nicht zwingend verbindlich. Nun entsteht aber der künstlerische Gegenstand formal betrachtet gleichfalls dadurch, daß der Künstler, mit KANT zu reden, in das Mannigfaltige der Wahrnehmung

eine „synthetische Einheit nach Regeln“ bringt. Jedes Kunstwerk hat seine inneren Stil- und Strukturgesetze, bündigt den Reichtum des Mannigfaltigen durch Ordnung und Form, wenn auch freilich auf eine ganz andere Art als die Physik. Und auch die künstlerische Synthesis ist, erkenntnistheoretisch betrachtet, etwas Apriorisches, nämlich eine Schöpfung. Indem nun in operativistischer Sicht die physikalische Objektkonstruktion grundsätzlich keine Auszeichnung mehr vor anderen genießen kann, darf sie der künstlerischen Gegenstandsgestaltung auch nicht mehr widersprechen. Dasselbe gilt für das Numinose. Denn das physikalische Gesetz ist ja, operativistisch betrachtet, weder wahr noch falsch, sondern eine ideale, zu einem bestimmten Zweck geschaffene methodische Konstruktion. Dann aber gibt es gegen das Numinose überhaupt keinen grundsätzlichen Einwand mehr.

Wie gesagt lassen sich indessen weder das Kunstwerk noch das Numinose auf solche Weise begründen. Denn wenn auch im Rahmen des Operativismus das Recht zu anderen als physikalischen Schöpfungen nicht mehr grundsätzlich bestritten werden kann, so wird damit doch noch nicht darüber entschieden, was uns dazu führen soll, solchen anderen Schöpfungen objektive Geltung zuzusprechen.

So ist zwar die Frage der Geltung der Physik und damit, da sie eine Art Grundwissenschaft von der Natur ist, die Frage der Geltung der Naturwissenschaften überhaupt bereits in voller Schärfe in den aufgeführten historischen Beispielen zu erkennen. Und ferner ist zu erkennen, wie diese Frage notwendig mit derjenigen nach dem Numinosen und dem Kunstgegenstand zusammenhängt. Aber die Antworten, die uns HUME, KANT und REICHENBACH hierfür anbieten, können uns heute nicht mehr befriedi-

gen. Was sie bewegte, bewegt uns zwar nicht weniger brennend. Sogar noch tiefer sind wir heute der Welt der Physik und Technik ausgesetzt, die uns einerseits fasziniert und die uns andererseits dem Numinosen und der Kunst weiter denn je entfremdet hat. Indessen zwingt uns, wie das Folgende zeigen soll, eine Fülle neuer Einsichten zur Sache zu neuen und anderen Wegen, führt uns aber auch weiter.

## II. Eine Fallstudie: Die Begründung und Geltung des Kausalprinzips in der Quantenmechanik

Bevor im nächsten Kapitel nach der vorangegangenen historischen Einführung die Thematik dieses Buches systematisch entwickelt wird, wollen wir uns nun zunächst einem besonderen Fall zuwenden. Damit soll die darauf folgende abstraktere und allgemeinere Betrachtung vorbereitet werden.

Von jeher stand das Kausalprinzip als eines der wichtigsten Prinzipien der Naturwissenschaften auch im Vordergrund des philosophischen Interesses an der Quantenmechanik. Fragen wir also:

Wie lautet dort das Kausalprinzip?

Gilt dort das Kausalprinzip?

### *1. Die Beschränkung der Anwendbarkeit des Kausalprinzips in der Quantenmechanik*

HEISENBERG formulierte es in „scharfer Formulierung“ folgendermaßen: „Wenn wir die Gegenwart genau kennen, können wir die Zukunft berechnen.“<sup>1</sup>

Hieran ist nun nach seiner Auffassung „nicht der Nachsatz, sondern die Voraussetzung falsch. Wir können die Gegenwart in allen Bestimmungstücken prinzipiell nicht kennen lernen . . .“<sup>2</sup> Die Ursache dieser Unkennt-

<sup>1</sup> W. HEISENBERG: Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik, in: Zeitschr. f. Physik, Bd. 43 (1927) S. 197.

<sup>2</sup> Ebd.

nis ist die Unbestimmtheitsrelation der Quantenmechanik. Sie lehrt, daß wir stets nur entweder den Ort oder den Impuls eines Teilchens genau messen können, nicht aber beides zugleich. (Wenn ich im folgenden von *der* Unbestimmtheitsrelation spreche, so meine ich stets die Unbestimmtheitsrelation in dieser Form.) Wenn nun infolge der Quantenmechanik die „Voraussetzung“ des Kausalprinzips falsch wird, zugleich aber alle Experimente der Quantenmechanik unterworfen sind, so folgt für HEISENBERG hieraus, daß „die Ungültigkeit des Kausalgesetzes definitiv festgestellt“ ist.<sup>3</sup> Auf diese Bemerkung aus so berufenem Munde stützen sich seither die Apostel der „Akausalität“.

Nimmt man HEISENBERG aber beim Wort, so muß man feststellen, daß seine Behauptung, logisch betrachtet, falsch ist. Das Kausalprinzip wird von HEISENBERG als Wenn-Dann-Satz ausgedrückt. Nach den Regeln der Logik wird aber eine solche Wenn-Dann-Beziehung nicht ungültig, wenn ihre Voraussetzung falsch ist. Im Gegenteil: Wenn die Voraussetzung *prinzipiell* falsch ist (wir können die Gegenwart prinzipiell nicht genau kennen), so wird die Wenn-Dann-Beziehung (hier also das Kausalprinzip) sogar immer wahr.

Allerdings wird das Kausalprinzip dann auch niemals anwendbar. Dies wäre nämlich nur möglich, wenn ich die Gegenwart wirklich genau kennte und dann daraus die Zukunft berechnen könnte. Für HEISENBERG ist das aber niemals der Fall.

Offenbar hat HEISENBERG die Gültigkeit des Kausalprinzips mit seiner Anwendbarkeit verwechselt – dies sind aber zwei verschiedene Prädikate.

Es ist nun keineswegs schwierig, ein Kausalprinzip zu

---

<sup>3</sup> Ebd.

finden, das nicht nur von der Quantenmechanik als Leitregel vorausgesetzt wird, sondern auch anwendbar ist. Man kann es so ausdrücken: „Zu jedem grundsätzlich genau meßbaren Ereignis gibt es andere mit ihm gleichzeitige, vergangene und zukünftige, mit denen es durch Kausalgesetze verbunden ist.“ Den Begriff Kausalgesetz bestimme ich, indem ich mich auf eine Definition STEGMÜLLERS stütze,<sup>4</sup> die ich nur verkürze und leicht verändere: Ein Kausalgesetz ist ein deterministisches, mittels nach der Zeit differenzierter mathematischer Funktionen ausgedrücktes Nahwirkungsgesetz, das sich auf ein homogenes und isotropes Raum-Zeit-Kontinuum bezieht. „Kausalgesetze sind deterministisch“ besagt, sie gestatten eine genaue und nicht nur wahrscheinliche Vorhersage; in der Physik nehmen diese Gesetze die Gestalt der bezeichneten mathematischen Funktionen an; sie sind Nahwirkungsgesetze, weil die Ausbreitungsgeschwindigkeit der durch sie geregelten Ereignisfolgen endlich ist; sie beziehen sich auf ein isotropes Raum-Zeit-Kontinuum, weil es für diese Ereignisfolgen gleichgültig ist, in welcher Richtung sie sich ausbreiten.

Damit wird deutlich, was es heißt, wenn ein Ereignis mit anderen durch Kausalgesetze verbunden ist; es bedeutet, daß diese Ereignisse aus ihm berechnet werden können oder umgekehrt, daß dieses Ereignis aus ihnen berechnet werden kann.

Der Begriff des Ereignisses sei hier nicht explizit definiert. Nur darauf sei hingewiesen: Ein Ereignis soll nicht dadurch definiert sein, daß es grundsätzlich genau meßbar ist. Demnach könnte es auch nicht genau meßbare

---

<sup>4</sup> W. STEGMÜLLER; Das Problem der Kausalität, in: Probleme der Wissenschaftstheorie, Festschrift für VICTOR KRAFT, Wien 1960, S. 183.

Ereignisse geben. Ein Beispiel hierfür wären die sog. Interphänomene, unter denen man Ereignisse der Mikrophysik versteht, welche nicht in Wechselwirkung mit anderen materiellen Phänomenen treten, also zwischen Koinzidenzen liegen – etwa die Bahn eines Teilchens von seinem Ausgangspunkt bis zu seinem Zusammenstoß mit einem Lichtquant. Daß solche Ereignisse wirklich existieren, wird damit nicht behauptet; mit diesem Beispiel soll nur gezeigt werden, daß der hier verwandte Begriff „Ereignis“ die genaue Meßbarkeit nicht einschließt.

Am Beispiel der Ortsmessung eines Teilchens läßt sich verdeutlichen, daß die Quantenmechanik das soeben formulierte Kausalprinzip nicht nur als Leitregel voraussetzt, sondern daß es auch anwendbar ist.

Es wird *vorausgesetzt*, weil einer solchen Messung folgende Überlegung vorhergeht: Wenn bestimmte Größen genau gemessen werden (z. B. die Wellenlänge des bei der Messung zu verwendenden Lichtes, die Dimensionen des Meßapparates, das entstehende Beugungsmuster usw.), dann gibt es hierzu andere Größen (der Ort des Teilchens), welche sich aus ihnen nach Kausalgesetzen (der klassischen Optik) berechnen lassen. Und das Kausalprinzip ist *anwendbar*, weil diese genauen Messungen ausgeführt werden können. Denn nur unter der Voraussetzung dieser genauen Messungen läßt sich die Forderung des Kausalprinzips anwenden, daß es zu den genau gemessenen Größen andere gibt, mit denen sie durch Kausalgesetze verbunden sind.

So findet sich entsprechend bei HEISENBERG eine – freilich weniger beachtete – Bemerkung, nach welcher für die Quantenmechanik gilt: „Wenn zu irgendeiner Zeit gewisse physikalische Größen so genau, wie prinzipiell möglich, gemessen werden, so gibt es auch zu jeder anderen Zeit Größen, deren Wert exakt berechnet werden

kann, d. h. für die das Resultat einer Messung präzise vorausgesagt werden kann . . . “<sup>5</sup>

Indessen läßt sich das Kausalprinzip nicht auf alle möglichen Ereignisse anwenden; im Gegenteil: Seine Anwendbarkeit ist durch die Unbestimmtheitsrelation eingeschränkt. Nach ihr sind ja nicht *alle* klassischen Größen grundsätzlich und unter allen Umständen genau meßbar. (Im Formalismus der Quantenmechanik ausgedrückt, sagt das: Die den Observablen Ort bzw. Impuls eines Teilchens zugeordneten Operatoren sind unvertauschbar; sie haben verschiedene Eigenfunktionen, oder die Hauptachsensysteme der dem Ort bzw. Impuls zugeordneten Operatormatrizen sind nicht identisch.) Daraus folgt, daß die Quantenmechanik zwar genaue Aussagen über Messungen und genaue Voraussagen ermöglicht, vor allem aber auch Wahrscheinlichkeitsaussagen enthält, die aus Gründen des quantenmechanischen Formalismus’ nicht auf Aussagen reduzierbar sind, die *keine* Wahrscheinlichkeitsgrößen betreffen.

Die Quantenmechanik zerfällt daher in eine Gruppe von Aussagen, für welche das genannte Kausalprinzip Anwendung findet – und in eine andere, für welche das Kausalprinzip keine Anwendung findet. Diese Beschränkung der Anwendbarkeit des Kausalprinzips durch ein empirisches Gesetz, nicht aber seine Aufhebung oder Ungültigkeit unterscheidet die Quantenmechanik von der klassischen Physik, wenn man das Kausalprinzip in der vorhin angegebenen Weise formuliert.

Mit dieser Formulierung gleichbedeutend scheint auch die Bestimmung des Kausalprinzips durch VON WEIZSÄCKER zu sein. Er schreibt: „Sind einige Bestimmungs-

---

<sup>5</sup> W. HEISENBERG: *Physikalische Prinzipien der Quantentheorie*, Mannheim 1958, S. 45.

stücke des Zustandes eines Systems bekannt, so können alle diejenigen Bestimmungsstücke früherer oder späterer Zustände berechnet werden, die mit den bekannten nach der klassischen Physik in einem eindeutigen Zusammenhang stehen.“<sup>6</sup> Trotzdem meint von WEIZSÄCKER, daß gerade *nicht* – wie soeben behauptet worden ist – die Beschränkung der Anwendbarkeit des Kausalprinzips in der Quantenmechanik deren Unterschied zur klassischen Physik bezeichne; ja im Gegenteil: Diese Beschränkung hätten vielmehr beide gemeinsam. Denn auch in der klassischen Physik seien infolge von Meßfehlern und allerlei Störungen niemals alle Bestimmungsstücke eines Systems exakt meßbar gewesen und konnten auch niemals vollständig bekannt sein. Der Unterschied liege daher nur in den Grenzen, bis zu denen die Bestimmung eines Zustandes vorangetrieben werden kann.

Hierbei wird aber nicht genügend hervorgehoben, daß sich die bezeichnete Beschränkung in der klassischen Physik – eben wegen der von WEIZSÄCKER erwähnten Grenzen – grundlegend von derjenigen in der Quantenmechanik unterscheidet. Während nämlich die Grenzen der Meßgenauigkeit und der Meßinformation in der klassischen Physik nur *praktisch* existieren – es also denkbar ist, daß sie grundsätzlich beliebig weit hinausgeschoben werden können –, werden diese Grenzen in der Quantenmechanik infolge der Unbestimmtheitsrelation für *grundsätzlich* nicht überschreitbar angesehen.

In der klassischen Physik ist daher insofern das Kausalprinzip grundsätzlich *nicht* beschränkt, in der Quantenmechanik dagegen grundsätzlich *nur* beschränkt an-

---

<sup>6</sup> C. F. VON WEIZSÄCKER: Zum Weltbild der Physik, Stuttgart 1958, S. 85 f.

wendbar. Ich glaube also, an dem vorhin hervorgehobenen Unterschied zwischen klassischer Physik und Quantenmechanik festhalten zu können.

## 2. *Das uneingeschränkte Kausalprinzip und die verborgenen Parameter*

Eine Bestimmung des Kausalprinzips, welche der Quantenmechanik widerspricht, ist z. B. folgende: „Zu jedem Ereignis gibt es eine kausale Erklärung.“

Da eine kausale Erklärung hierbei bedeuten soll, daß ein Ereignis aus anderen mittels Kausalgesetzen logisch ableitbar ist, hierzu aber – nach STEGMÜLLERS Definition des Kausalgesetzes – genaue Meßwerte erforderlich sind, so folgt aus der Behauptung „Jedes Ereignis ist kausal erklärbar“ die weitere, daß jedes Ereignis genau meßbar ist. Und *dies* widerspricht der bekannten Deutung der quantenphysikalischen Phänomene.

Dieses Kausalprinzip spricht eine uneingeschränkte Forderung aus: Es soll für *jedes* Ereignis zutreffen. Ich möchte es daher das *uneingeschränkte Kausalprinzip* nennen. Dagegen nenne ich dasjenige, welches sich nur auf genau meßbare Ereignisse beschränkt (genau meßbar müssen ja nicht alle sein, wie die Unbestimmtheitsrelation lehrt), das *eingeschränkte Kausalprinzip*.

Hält man am uneingeschränkten Kausalprinzip fest, so bedeutet das angesichts der Quantenmechanik, daß man jenseits der wegen der Unbestimmtheitsrelation ungenau oder überhaupt nicht bestimmbar Meßwerte genaue Werte *an sich* annimmt; und erst unter dieser Voraussetzung ließe sich dann vielleicht hoffen, diese Werte später einmal messen zu können oder in irgendeiner Weise

zu interpolieren, um zu der gesuchten kausalen Erklärung zu gelangen. Solche Werte an sich werden heute meistens „verborgene Parameter“ genannt. Lassen sich aber die Existenz solcher verborgener Parameter und das uneingeschränkte Kausalprinzip angesichts der Quantenmechanik behaupten?

Zu den eingangs gestellten beiden Fragen: „Wie lautet das Kausalprinzip?“ und „Gilt das Kausalprinzip?“ gehört unausweichlich die dritte: „Gibt es verborgene Parameter?“ Und an dieser Frage scheiden sich auch heute noch die Geister.

Die sog. Kopenhagener Schule hat sich für die Ablehnung entschieden. Ihre Vertreter, vor allem BOHR, HEISENBERG, VON WEIZSÄCKER u. a. sagen, daß es nicht gestattet sein könne, den einzelnen Bestimmungsstücken der Natur einen vom jeweiligen Beobachtungszusammenhang unabhängigen objektiven Sinn zuzuschreiben. Alles, was uns wahrhaft gegeben sei, seien die durch klassisch ausgeführte Messungen und klassisch interpretierte Experimente auftretenden Erscheinungen (klassisch in dem Sinne, wie es vorhin am Beispiel einer Ortsmessung illustriert wurde); die zu diesen Erscheinungen komplementären Momente dürften nicht in einer Welt an sich mit ihnen verbunden werden; Wahrscheinlichkeitsaussagen seien daher – wie die Unschärferelation – grundsätzlich unvermeidbar; und dieser Standpunkt werde auch die Grundlage für *jede* künftige Theorie der Mikrophysik bilden.

Dagegen hat BOHM, um ein philosophisch besonders interessantes und erhellendes Beispiel herauszugreifen, in Zusammenarbeit mit VIGIER und, angeregt durch länger zurückliegende, aber nicht ausgereifte Gedanken DE BROGLIES eine physikalische Theorie vorgelegt, die sich auf verborgene Parameter stützt. Sie trat damit der tradi-

tionellen Quantenmechanik und der sog. Kopenhagener Deutung der Mikrophysik entgegen.

BOHM<sup>7</sup> spaltete zuerst die zeitabhängige SCHRÖDINGER-Gleichung (die ja eine komplexe Funktion enthält) in ihren imaginären und in ihren reellen Teil auf und erhielt so zwei Gleichungen. Die eine kann als Kontinuitätsgleichung aufgefaßt werden, welche der klassischen Massen-Kontinuitätsgleichung entspricht, nur daß sie nun besagt, daß sich die Wahrscheinlichkeit, eine Partikel an einem bestimmten Ort zu finden, nicht ändert. Die andere Gleichung aber stimmt unter einer gewissen Annahme mit der klassischen HAMILTON-JACOBISCHEN Differentialgleichung überein, vorausgesetzt, das PLANCKSCHE Wirkungsquantum  $h$  ist gleich Null. Wird  $h$  ungleich Null, so läßt sich diese Übereinstimmung mit der klassischen Gleichung aufrechterhalten, wenn man den Begriff eines besonderen Potentials, das zu dem klassischen hinzukommt, neu einführt.

So wird die SCHRÖDINGER-Gleichung von BOHM als das Erhaltungsgesetz der Wahrscheinlichkeit für das Auffinden eines Teilchens an einem bestimmten Ort interpretiert; und sie drückt in seiner Betrachtungsweise zugleich aus, daß die dynamischen Verhältnisse der Teilchenbewegung wie in der klassischen Mechanik durch die HAMILTON-JAKOBISCHE Differentialgleichung beschrieben werden. Damit erweisen sich die Flugbahnen der Teilchen

---

<sup>7</sup> D. BOHM: in: Phys. Rev., Vol. 85 (1952) N. 2, S. 187. Es ist hier ohne Belang, daß dieses Beispiel, wie übrigens auch das der Kopenhagener Schule, schon beinahe wieder „historisch“ genannt werden müßte. An beiden sollen ja nur als Fallstudie bestimmte erkenntnistheoretische Grundeinstellungen demonstriert und geprüft werden. Auch sollen sie zeigen, wie sich diese Einstellungen in bestimmten philosophischen Theorien niederschlagen.

als klassisch bestimmte Größen; die Wellenfunktion repräsentiert für BOHM ein reales Feld, das eine Kraft auf das Teilchen ausübt; die als diskontinuierlich erscheinenden Vorgänge der Quantentheorie sind nach dieser Deutung im Grunde kontinuierlich.<sup>8</sup>

Zwischen BOHMS Theorie und der traditionellen Quantenmechanik schien eine experimentelle Entscheidung schwierig, solange hier wie dort die SCHRÖDINGER-Gleichung grundlegend ist und dieselben Voraussagen gemacht werden. Deswegen schrieb HEISENBERG: „BOHM war imstande, diese Idee so auszuführen, daß die Resultate für jedes Experiment dieselben sind wie in der Kopenhagener Interpretation. Die erste Folge davon ist, daß BOHMS Interpretation durch das Experiment nicht widerlegt werden kann . . . “<sup>9</sup>

### *3. Die Philosophie der Kopenhagener Schule und die Philosophie Bohms*

In gewisser Hinsicht konnte man also beide Interpretationen als gleichwertig ansehen, wenn man davon absah, daß *beide* mehr oder weniger mit gewissen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, die noch nicht überwunden sind (worauf hier nicht näher eingegangen werden kann). Aber da deren Überwindung durch eine entsprechende Verbesserung des jeweiligen Formalismus<sup>7</sup> nicht ausgeschlos-

---

<sup>8</sup> D. BOHM: in: Phys. Rev., Vol. 85 (1952) No. 2, S. 166 ff.; Phys. Rev., Vol. 89 (1953) No. 2, S. 458 ff.; Progr. of Theoretical Phys., Vol. IX, No. 3 (1953) S. 273 ff.; – J. P. VIGIER, in: Phys. Rev., Vol. 96 (1954) No. 1, S. 208 ff.

<sup>9</sup> W. HEISENBERG: The Development of the Interpretation of the Quantum Theory, in: NIELS BOHR and the Development of Physics, ed. by W. PAULI, London 1955, S. 17 f.

sen zu sein schien, so verlagerte sich die Debatte zwischen den verschiedenen Auffassungen teilweise auf das philosophische Gebiet.

Die beiden Interpretationen sind daher auch philosophisch begründet und gedeutet worden, und wie nicht anders zu erwarten, steht die Philosophie der einen in klarem Widerspruch zu derjenigen der anderen. Ich stelle sie in ihren Grundthesen einander gegenüber und beginne mit der Kopenhagener:

BOHR und seine Anhänger sehen in der Unschärferelation ein Urphänomen des Seins; eine objektive Existenz habe nur, was meßbar sei, nicht aber das hierzu Komplementäre. VON WEIZSÄCKER lehrt, es gebe eine der klassischen Physik zugrunde liegende Ontologie, die heute nicht mehr aufrechterhalten werden könne; in ihr sei die Natur in cartesianischer Weise als etwas an sich Existentes gedacht worden; im Gegensatz hierzu seien Naturgesetze aber nicht ohne unser Zutun in der Natur vorhanden, sondern Gesetze der Möglichkeit, Phänomene durch das Experiment hervorzubringen. Seiendes sei eigentlich nur dasjenige, was hierbei erscheinen kann.

Diese Kopenhagener Philosophie ließe sich in dem Satz zusammenfassen: Sein ist nur das Mögliche, welches mit Hilfe einer Meßvorrichtung als Wirkliches hervorgebracht wird.

Im Gegensatz hierzu lehrt BOHM, daß in der Natur an sich Kausalgesetze wirksam seien. Die Natur sei unendlich komplex, in unendlich vielen Schichten aufgebaut; und jede von ihnen besitze eine nur relative Autonomie, denn sie zeige Wirkungen der tiefer liegenden, deren Parameter zunächst verborgen bleiben.

BOHM faßt seine Philosophie in dem Satz zusammen: „Der wesentliche Charakter der wissenschaftlichen Forschung besteht darin, daß sie sich auf das Absolute zubewegt, in-

dem sie das Relative in seiner unerschöpflichen Vielfalt und Verschiedenheit studiert.“<sup>10</sup>

Für welche dieser einander widersprechenden Philosophien soll man sich entscheiden? Oder ist vielleicht keine von ihnen überzeugend? Zur Beantwortung dieser Frage muß ich die eine wie die andere philosophische Richtung etwas näher erläutern und kritisch betrachten; ich beginne mit der Kopenhagener Schule.

Die einzig legitime Grundlage einer wissenschaftlichen Aussage ist für sie dasjenige, was auf Grund der Unschärferelation beobachtbar ist. „Beobachtbar“ bedeutet hierbei „meßbar“. Und nur dies durch eine solche Messung Erscheinende ist für die Kopenhagener eine Realität. Sie glauben nun, daß nach ihrer Deutung der quantenmechanische Formalismus nur Umformungen von Aussagen über Beobachtbares (und damit Meßbares) zu anderen solchen Aussagen zulasse. Indem so der feste Boden der „Realität“ nicht verlassen werde, sei die Überlegenheit über jede mit spekulativen Begriffen wie unbeobachtbaren Parametern arbeitende Theorie sichergestellt.

Daher bemerkte HEISENBERG gegen BOHM: „BOHM hält sich für in der Lage, zu behaupten: ‚Wir müssen die genaue, rationale und objektive Beschreibung individueller Systeme im Bereiche der-Quantentheorie nicht aufgeben.‘ Diese objektive Beschreibung enthüllt sich jedoch selber als eine Art ‚ideologischer Superstruktur‘, die wenig mit der unmittelbaren Realität zu tun hat.“<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> D. BOHM: Causality and Chance in Modern Physics, London 1958, S. 170.

<sup>11</sup> W. HEISENBERG: a. a. O. S. 18.

Eben weil für die Kopenhagener Schule die nur in der Beobachtung gegebene Realität die einzig legitime Grundlage des Wissens darstellt, ist es uns nach ihrer Auffassung auch nicht gestattet, den einzelnen Bestimmungsstücken der Natur einer vom jeweiligen Beobachtungszusammenhang unabhängigen objektiven Sinn zuzuschreiben. Alles, was uns *wahrhaft* gegeben sei, seien die durch Messungen und Experimente auftretenden Erscheinungen; die zu ihnen komplementären dürften nicht in einer Welt an sich mit ihnen verbunden werden.

Man hat es hier mit einer auf den ersten Blick in der Tat an BERKELEYS „esse est percipi“ erinnernden empiristischen Einstellung zu tun, die sich vornehmlich gegen die Existenz unbeobachtbarer Parameter richtet. Der entscheidende Unterschied zu BERKELEY besteht allerdings darin, daß dieses „esse est percipi“ nunmehr verwandelt zu sein scheint in ein „Sein ist gemessen werden“. (Im Kapitel VI, wo u. a. dieser Unterschied näher behandelt werden soll, wird sich allerdings zeigen, daß „Sein ist gemessen werden“ den Sachverhalt nicht genau zum Ausdruck bringt.)

Zu dieser empiristischen Einstellung ist folgendes zu bemerken: Die angebliche Beschränkung der Physik auf das Beobachtbare ist eine Illusion; keine physikalische Theorie wäre möglich, übte man diese Beschränkung in Strenge aus, – und dies gilt sogar in besonderem Maße für die Quantenmechanik.

Ich möchte dies nun kurz erläutern.

Soll die Zustandsfunktion  $\Psi$  im Sinne der Kopenhagener Forderung eine physikalische Realität sein, so muß sie durch Messungen bestimmt werden können. Dies aber hat seine Schwierigkeit, da der theoretisch erdachte Weg, die  $\Psi$ -Funktion mit Hilfe einer Unterteilung von Systemen und statistischer Auszählung zu errechnen, aus

praktischen Gründen nicht vollständig ausgeführt werden kann.<sup>12</sup>

Man könnte nun vielleicht meinen, dies habe keine besondere Bedeutung, da ja praktische Probleme eines Tages gelöst werden könnten. Betrachtet man Probleme dieser Art in der Quantenmechanik aber genauer, so muß man bekennen, daß eine solche Hoffnung bereits die Grenze der Spekulation erreicht.

Es ist nämlich innerhalb der Quantenmechanik möglich, jede reguläre komplexe Funktion mit gewissen Beschränkungsbedingungen im Unendlichen durch einen Operator in eine Funktion zu überführen, welche die SCHRÖDINGER-Gleichung erfüllt. Da nun dem Formalismus der Quantenmechanik zufolge jede physikalische Größe durch einen Operator dargestellt wird, so wäre die Quantenmechanik nur dann vollständig interpretierbar, wenn auch umgekehrt jedem Operator eine solche Größe entspräche. Die Menge der in dieser Weise definierbaren Größen wäre dann unendlich groß. So gibt es Größen, denen keine physikalische Bedeutung zugeordnet wird, wie zum Beispiel das Produkt aus der Energie und der Quadratwurzel des Impulses. Zwar könnte man durch

---

<sup>12</sup> Mit Hilfe der Unterteilung von Systemmengen und statistischer Auszählung erhält man Differenzen der Art:

$$|\Psi(q, t_1)|^2 - |\Psi(q, t_0)|^2$$

Dies ist eine Annäherung an:

$$\frac{\delta}{\delta t} |\Psi(q, t_0)|^2$$

Mit Hilfe gewisser mathematischer Methoden läßt sich hieraus eine  $\psi$ -Funktion gewinnen, welche die durch statistische Auszählung gewonnenen Daten von  $|\psi(q, t_0)|^2$  und von  $\frac{\delta}{\delta t} |\Psi(q, t_0)|^2$  befriedigt und *zugleich* eine Lösung der zweiten SCHRÖDINGER-Gleichung darstellt.

Und dies ist dann die „experimentell bestimmte“  $\psi$ -Funktion. In dessen zeigt ja gerade diese Bestimmung, daß sie nur in grober Annäherung möglich und einer genauen Messung nicht zugänglich ist.

einen speziellen Aufbau einer Meßvorrichtung selbst solche Größen physikalisch deutbar machen. Dies müßte aber dann mindestens für alle möglichen Kombinationen der physikalischen Grundgrößen geschehen und zwar für alle möglichen negativen und positiven Potenzen. Daraus folgt: Es müßte eine alle Vorstellungen übersteigende Menge von Meßvorrichtungen benötigt werden, wenn jede in der Quantenmechanik mögliche Größe – dem Postulate durchgängiger Beobachtbarkeit entsprechend – meßbar sein sollte.

So ist also die Behauptung, der Formalismus der Quantenmechanik lasse nur Umformungen von Aussagen über Beobachtbares zu anderen solchen Aussagen zu, weit davon entfernt, hinreichend begründet zu sein. Und schließlich hat WIGNER bewiesen (vgl. Kapitel VI), daß der größere Teil der in der Quantenmechanik möglichen Operatoren keine meßbaren Größen repräsentiert.

Wie die Philosophie der Kopenhagener von der messenden Beobachtung ausging, so stützte sich BOHM auf die Geltung des uneingeschränkten Kausalprinzips. Er glaubte, daß alle Wahrscheinlichkeitsaussagen in der Physik grundsätzlich auf solche reduzierbar seien, welche keine sind; Wahrscheinlichkeitsaussagen sind für ihn immer nur etwas Vorläufiges. Nach seiner Meinung existiert ja die Natur absolut, an sich in unendlich komplexer Mannigfaltigkeit und besitzt daher verborgene Parameter, die, konnte man sie hinreichend, die Determination des Geschehens wieder herstellen. Für ihn ist daher grundsätzlich jedes Ereignis kausal erklärbar.

Allein die Geltung dieses uneingeschränkten Kausalprinzips läßt sich auf theoretische Weise nicht beweisen, wie es andererseits auch nicht zu widerlegen ist; und dies trifft sogar für jedes überhaupt mögliche Kausalprinzip zu.

Wie nämlich könnte ein solches Für und Wider aussehen?

Es könnte doch nur entweder empirisch oder apriorisch begründet sein.

Empirisch läßt sich ein Kausalprinzip aber weder bestätigen noch falsifizieren. Wie immer man nämlich auch das Kausalprinzip formulieren mag – und es gibt natürlich viel mehr Möglichkeiten, es auszudrücken, als die hier untersuchten Beispiele – so wird man es doch stets, wenn es überhaupt adäquat sein soll, auf eine durchsichtige logische Form bringen können, die in einer kombinierten Existenz- und Allaussage der Art besteht: „Zu jedem . . . Ereignis . . . gibt es . . .“ Denn welche Gestalt es auch haben mag, es leitet sich von der unbestimmten, allgemeinen Formulierung ab: Zu jedem Ereignis gibt es eine Ursache. Nun ist eine Allaussage nicht bestätigungsfähig – denn wie könnte man alle Fälle kennen? – und eine Existenzaussage nicht falsifizierbar – denn wie könnte man je wissen, ob, was sich noch nicht als existent erwiesen hat, nicht doch noch existiert?<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Gegen diese Auffassung ist mir im Namen des Empirismus eingewandt worden, sie beruhe auf einer unangemessenen, weil zu engen Bestimmung des Begriffes der empirischen Bestätigungsfähigkeit. Folge man den Ausführungen CARNAPS in seiner Abhandlung über „Theoretische Begriffe der Wissenschaft“ (Zeitschrift für Philosophische Forschung, Bd. XIV (1960) S. 209 ff.), so erwiesen sich auch kombinierte All- und Existenzsätze nach Art des Kausalprinzips als „empirisch signifikant“ und damit nicht ohne empirischen Gehalt.

Ich kann hier nicht im einzelnen auf CARNAPS erwähnte Arbeit eingehen. In Kürze läßt sich hierzu aber folgendes sagen: CARNAP hat in ihr ausdrücklich seine frühere, noch in „Testability and Meaning“ (Philosophy of Science, Bd. 3/4, 1936/37) vorgebrachte empiristische Forderung aufgegeben, alle theoretischen Prädikate und Sätze müßten vollständig oder unvollständig auf unmittelbar Beobachtbares reduzierbar sein. Stattdessen lautet sein „empirisches Signifikanzkriterium“ nun kurz gesagt folgendermaßen: Ein theoretischer Begriff ist signifikant, wenn seine Verwendung innerhalb einer „bestimmten Annahme“ einen Unterschied in der Vorhersage eines beobachtbaren Ereignisses ausmacht. Dabei tritt nun ein sol-

Was nun die Versuche betrifft, das Kausalprinzip a priori theoretisch als notwendig zu begründen (z. B. transzendental), so ist zumindest dieses sicher, daß diese Beweise höchst zweifelhaft geblieben sind und daher auch alles andere als allgemeine Anerkennung gefunden haben.

---

cher Begriff innerhalb einer „theoretischen Sprache“ auf, welche durch willkürliche „Zuordnungsregeln“ einen nur indirekten Zusammenhang zu Sätzen über unmittelbar Beobachtbares herstellt, von denen sie streng getrennt wird. (Dies ist eine Feststellung, die meines Erachtens auf einer grundsätzlich zutreffenden Analyse wissenschaftlicher Theorien beruht.)

Die allgemeine Wendung CARNAPS von einem wahrnehmungstheoretischen Ausgangspunkt zu einem solchen, der nur noch die Praktikabilität der Wissenschaft zum Leitfaden hat, ist unverkennbar. Ich frage daher: Was hat ein solches Signifikanzkriterium noch mit Empirismus zu tun? Von einer vollständigen oder auch nur unvollständigen Auflösung der Begriffe in beobachtbare Prädikate ist nicht mehr die Rede; entscheidend ist nur, daß theoretische Begriffe im Kontext von Beobachtungssätzen, theoretischen Postulaten und Zuordnungsregeln ihre die Vorhersage mitbestimmende Stelle haben. Solche Begriffe entspringen also der Spontaneität des Denkens, nicht der Wahrnehmung – und sind eben deswegen nicht empirischer Natur.

CARNAPS Abhandlung stellt daher nicht etwa eine Verbesserung des empiristischen Standpunktes gegenüber „Testability and Meaning“ und dem Wiener Kreis dar, sondern sie ist nichts anderes als die endgültige Aufgabe dieses Standpunktes.

Dem oben erwähnten Einwand, das Kausalprinzip erweise sich aufgrund von CARNAPS Abhandlung über „Theoretische Begriffe der Wissenschaft“ als empirisch gehaltvoll und bestätigungsfähig, möchte ich also entgegen, daß er seinerseits auf einer unangemessenen Bestimmung des Begriffes „empirisch“ beruht. Denn CARNAPS Aufsatz kann man entnehmen, daß er im Gegensatz zu seiner früheren empiristischen Einstellung nunmehr die entscheidende Bedeutung der Spontaneität des durch Beobachtungen wohl angelegten, nicht aber durch sie bestimmten Denkens im Bereiche der gesamten Wissenschaft (nicht nur der Logik) erkannt hat.

In diesem Zusammenhang ist auch sehr aufschlußreich, was CARNAP darunter versteht, wenn etwas im Bereiche der Wissenschaft für „wirklich“ erklärt wird: Nämlich nichts anderes, als daß man eine Theorie anerkennt, sofern man ihre Postulate zusammen mit den Zuordnungsregeln zur Lenkung von Erwartungen, genauer zur

Man kann es auch so deuten, daß das Kausalprinzip – wie auch immer es formuliert werden mag – überhaupt keine theoretische Aussage darstellt; es beansprucht dann weder, eine empirische Tatsache, noch eine a priori notwendige Verfassung der Natur oder des erkennenden Wesens auszudrücken; es ist dann weder wahr noch falsch, sondern bedeutet nur die *Aufforderung*, das zu jedem X existierende Y *voranzusetzen* und zu *suchen*. Damit wird das Kausalprinzip ein *praktisches Postulat* und rechtfertigt sich daher überhaupt nur durch den Zweck, den man mit ihm verfolgen will. So brauchen wir auch nicht mehr zu fragen:

Wie lautet das Kausalprinzip?

Gilt das Kausalprinzip?

Denn wie das Kausalprinzip lautet, das richtet sich hier nicht mehr danach, was ist, sondern was man will; und ferner gilt auch weder irgendein Kausalprinzip, noch gilt es nicht – keine empirische oder metaphysische Instanz vermag hier etwas zu beurteilen. Es hat keinen theoretischen Inhalt; es sagt nichts über die Welt aus (weswegen es ja oft für eine Tautologie gehalten wurde). Es ist ein methodisches Postulat. Die beiden Fragen müssen dann auch, genau genommen, folgende Gestalt annehmen:

- 1) Welches Kausalprinzip will ich der Physik als allgemeine methodische Leitregel zugrunde legen?
- 2) Welche empirischen Schwierigkeiten habe ich mit dieser Leitregel zu überwinden?

---

Ableitung der sie aussprechenden Beobachtungssätze verwendet. „Wirklich“ ist für ihn also, was man für seine *praktischen* Zielsetzungen benützt, nicht aber etwa, was theoretisch auf Wahrnehmungen beruht.

Vgl. ferner hierzu: W. STEGMÜLLER: Das Problem der Kausalität, in: Probleme der Wissenschaftstheorie, Festschrift für VICTOR KRAFT, Wien 1960, S. 87 f.; A. PAP: Analytische Erkenntnistheorie, Wien 1955, S. 138 f.

4. Weder das eingeschränkte noch das  
uneingeschränkte Kausalprinzip enthalten eine  
„ontologische“ Aussage.  
Beide sind Festsetzungen a priori

Blicken wir nun zurück, so erkennen wir, daß sowohl die Philosophie der Kopenhagener Schule wie diejenige BOHMS von falschen Voraussetzungen ausgeht.

Die Kopenhagener Schule hält das Beobachtbare und die meßbare Erscheinung für die einzig legitime Grundlage des Wissens und glaubt, sich in ihrer Deutung der Quantenmechanik allein hierauf stützen zu können – das ist *ihr* Irrtum; BOHM aber hält das uneingeschränkte Kausalprinzip für den Ausdruck einer Eigenschaft der Welt an sich – und das ist *sein* Irrtum.

Beiden aber ist der Irrtum gemeinsam, in Aussagen und Prinzipien der Physik Wesenszüge der Natur oder des Seins ausgedrückt zu sehen; sie verstehen physikalische Theorien letzten Endes ontologisch und übersehen, daß sie doch nur Konstruktionen, Modelle sind, die durch apriorische Festsetzungen und Postulate mannigfaltigster Art bestimmt werden.

Diese Apriorismen dürfen nicht mit denjenigen einer Metaphysik oder Ontologie verwechselt werden: Die Apriorismen einer Metaphysik werden als notwendige angesehen – als Beispiel können die „synthetischen Urteile a priori“ KANTS dienen. Die Apriorismen der Physik hingegen sind keineswegs notwendig, sondern durch andere ersetzbar.

Davon zeugen die hier besprochenen verschiedenen Kausalprinzipien, die verborgenen Parameter BOHMS. Hiervon zeugt aber auch die Tatsache, daß über denselben Erfahrungsbereich verschiedene Theorien gleich möglich sein können: Weder gegen die eine noch gegen

die andere lassen sich dann *entscheidende* Argumente physikalischer oder philosophischer Natur vorbringen. Es scheint eine unausrottbare Eigenschaft der Menschen zu sein, daß sie alles sogleich in eine objektive Gegebenheit verwandeln, was im Grunde ihrem eigenen Entwurf entspringt. Die Geschichte der Physik ist ein Prozeß, in dem sich ständig diese Verwechslung der eigenen, freien Konstruktion mit dem ontologisch Realen wiederholt.

Wenn einerseits die von ARISTOTELES gelehrt absolute Realität des Ortes aufgehoben und die Bewegungslehre mit der freien Wahl des Standortes verbunden wurde, so führte man andererseits sofort wieder eine neue absolute Realität, nämlich die der Trägheitsbewegung, ein; sie sollte nicht von der Wahl des Bezugskörpers abhängig, sondern eine wesenhafte und wahrhafte Beschaffenheit des Körpers selbst sein, dem sie zugesprochen wurde. Dies konnte in Cartesianischer Sicht, wie Kapitel IX zeigen wird, noch begrifflich sein. In der späteren Deutung des Trägheitsprinzips aber hätte man erkennen müssen, daß dieses den Begriff „gleiche Zeiten“ voraussetzt, deren Kriterium wieder das Trägheitsgesetz ist. Denn „gleiche Zeiten“ sollen ja dann vorliegen, wenn ein kräftefreier Körper gleiche Strecken zurücklegt. Damit enthüllt sich, daß Trägheit weder eine notwendige noch empirische Eigenschaft der Dinge ist, sondern daß sie einer freien Festsetzung eines Maßstabes entspricht; das Trägheitsprinzip wird zur Maßdefinition.

Die Freiheit apriorischer Festsetzungen, die hier ans Licht tritt, liefert zwar den Schlüssel, wie sich der dogmatische Streit metaphysischer Auffassungen beheben läßt, die auf bestimmte physikalische Theorien aufbauen oder sie leiten: Eben indem sie zeigt, daß keine beanspruchen kann, *die ontologische* Struktur der Welt auszudrücken, weil allen diesen Theorien nur *mögliche* Interpretationen

und praktische Postulate zugrunde liegen; aber diese Freiheit ist dann auch das *eigentliche Problem*, welches die Physik der Philosophie stellt, und nicht dieses oder jenes fragwürdige und immer notwendig vergängliche Modell.

Was nämlich ist diese Freiheit? Ein großer Teil der folgenden Untersuchungen wird sich mit dieser Frage beschäftigen. Auch wird im Kapitel VI die Frage der verborgenen Parameter in der Quantenmechanik noch einmal ausführlich von anderen Gesichtspunkten, als es hier geschehen ist, beleuchtet werden. Zunächst aber will ich, vom besonderen Fall der Quantenmechanik abgelöst, die Frage apriorischer Festsetzungen und Begründungen in der Physik allgemeiner und systematischer behandeln.

### III. Systematische Entwicklung der Begründungsfrage in den Naturwissenschaften

Tatsachengläubigkeit ist ein Kennzeichen der modernen Welt. Diese Gläubigkeit verlangt – wie jede andere –, daß sich der Glaubende vor dem Geglaubten beugt, also sagt sie: „Beuge dich vor den Tatsachen!“ Die Tatsache wird für etwas Absolutes gehalten, das zwingend für sich spricht; die Erfahrung wird dabei gern mit einem Gericht verglichen, das befragt wird und ein Urteil fällt. Und wie jedes Gericht, so wird auch dieses als eine objektive Instanz angesehen. Der Bereich aber, von dem man meint, er habe sich vor allem dieser Objektivität unterworfen, ist die Wissenschaft; und deswegen wird sie für die Hüterin und Finderin der Wahrheit gehalten.

Was ist an diesen Meinungen Richtiges? Wie steht es mit der Begründung der Wissenschaft durch Tatsachen? Gehen wir wieder von einem Beispiel aus, das heute für die meisten Wissenschaften als ideales Vorbild angesehen wird: Betrachten wir eine physikalische Theorie.

Sie besteht aus einer Gruppe von Axiomen, welche die Form von Differentialgleichungen mit den Ableitungen von Zustandsfunktionen an einem Zeitpunkt nach der Zeit haben. Aus diesen Axiomen werden Naturgesetze abgeleitet und damit im Rahmen der Theorie in einen einheitlichen Zusammenhang gefügt, auch untereinander geordnet und klassifiziert. Durch Angabe von Randbedingungen, Einsetzen von Meßwerten für Variable, erhält man die dieser Theorie zugeordneten sogenannten Basissätze. Aus ihnen werden auf Grund der Theoreme

der Theorie andere Basissätze abgeleitet, welche Meßergebnisse zu einem späteren Zeitpunkt voraussagen – und diese können durch Messungen geprüft werden.

Es ist klar, daß diese Basissätze für die empirische Grundlage der Theorie angesehen werden – weswegen sie ja auch Basissätze genannt werden; daß sie die Tatsachen ausdrücken sollen, auf die sich die Theorie berufen muß; daß sich in *ihnen* das gesuchte, objektive Gerichtsurteil ausdrücken muß; *sie* sollen die Verbindung zwischen dem Gedanken und der Wirklichkeit herstellen; *sie* müssen die geforderte empirische Entscheidung darüber herbeiführen, ob die Theorie wahr oder falsch ist, ob sie der Natur entspricht oder nicht.

Überprüfen wir daher zuerst, inwiefern Basissätze wirklich Tatsachen ausdrücken, und sodann, inwiefern diese Tatsachen einerseits die Naturgesetze und andererseits die Axiome der Theorie begründen können.

### *1. Die Begründung von Basissätzen*

Der Basissatz drückt ein entweder erhaltenes oder zu erwartendes Meßergebnis aus. Hierfür werden Meßinstrumente benötigt. Um aber mit Meßinstrumenten umzugehen, um ihnen zu vertrauen, muß man schon eine Theorie über die Art und Weise ihres Funktionierens besitzen. Das gilt bereits für die einfachsten Instrumente – wie es z. B. ein Maßstab oder ein Fernrohr ist –, denn verwendet man den Maßstab, so setzt man offenbar voraus, daß er beim Transport keine oder berechenbare Veränderungen erfährt (man setzt also eine bestimmte Metrik voraus); verwendet man ein Fernrohr, so schließt dies bestimmte Ideen ein, wie sich Lichtstrahlen verhalten usf. (d. h. man

setzt eine bestimmte Optik voraus).<sup>1</sup> Soll der Meßvorgang aber den angegebenen Sinn haben, so muß ihm nicht nur eine Theorie der dabei verwendeten Instrumente vorangehen, sondern darüber hinaus auch eine Theorie über die zu messenden Größen. Denn deren Begriff ist nicht durch irgendwelche unbestimmte Erfahrungen des Lebens gegeben, sondern nur innerhalb einer Theorie definiert und bestimmt.<sup>2</sup> Ein Beispiel: Wenn man eine Wellenlängenmessung von Licht durchführen will, muß man vorher erstens eine Wellentheorie des Lichtes haben, muß man zweitens mit Hilfe dieser Theorie und einer Theorie des Meßinstrumentes wissen, wie dieses Instrument eine solche Wellenlängenmessung ermöglicht, und drittens, wie man auf ihm den gesuchten Meßwert ablesen kann.

So kommt es, daß die Basissätze, welche die eine Theorie begründenden Tatsachen ausdrücken sollen, keineswegs bloße Wahrnehmungen mitteilen (wie Zeigerablesungen, Kongruenzen, Verschiebungen usw.), sondern daß auch die Basissätze einen theoretischen Gehalt haben. Basissätze sagen nicht: „Ich habe die und die Wahrnehmungen“, sondern: „Es wurde die und die Wellenlänge, Stromstärke, Temperatur, der und der Druck gemessen

---

<sup>1</sup> Siehe hierzu: B. RIEMANN: Über die Hypothesen, welche der Geometrie zugrunde liegen, Göttingen 1892, Nr. XIII; – H. POINCARÉ: *La Science et l'Hypothèse*, Paris 1925; – A. EINSTEIN: *Geometrie und Erfahrung*, Berlin 1921; – H. DINGLER: *Relativitätstheorie und Ökonomienprinzip*, Leipzig 1922; – H. REICHENBACH: „Philosophie der Raum-Zeit-Lehre“, Berlin 1928; – A. GRÜNBAUM: *Philosophical Problems of Space and Time*, New York 1963.

<sup>2</sup> Siehe hierzu: P. DUHEM: *La Theorie Physique: Son Objet, Sa Structure*, Paris 1914; – E. CASSIRER: *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit von Hegels Tod bis zur Gegenwart*, Stuttgart 1957; – R. CARNAP: *Theoretische Begriffe der Wissenschaft*, in: *Zeitschrift für Philosophische Forschung* (1960).

usw.“. Und alle diese Begriffe haben Sinn und Gehalt nur innerhalb von Theorien.

Da schließlich auch die Meßgenauigkeit immer nur beschränkt sein kann, so lassen sich aus jeder Messung innerhalb gewisser Grenzen beliebig viele Meßdaten herauslesen; wenn man eine wählt, so ist dies keine Sache der Erfahrung oder der Wahrnehmung, sondern der Entscheidung. Daß diese in der Regel nicht willkürlich, sondern im Rahmen einer Theorie der Fehlerrechnung erfolgt, ändert an der Sachlage nichts. Denn dieser Theorie liegen u. a. folgende nichtempirische Voraussetzungen zugrunde: Die Annahme der Existenz eines wahren Wertes, die Annahme, daß die Fehler mit gleicher Wahrscheinlichkeit positives wie negatives Vorzeichen haben; ferner macht man die Festsetzung, daß bei der Fehlerrechnung von den Quadraten der Abweichungen vom mittleren Wert auszugehen ist, usw.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Gegeben sind immer nur  $n$  voneinander abweichende Einzelmessungen  $l_1, l_2, \dots, l_n$ , niemals aber der „wahre Wert“  $X$ , dessen Existenz vielmehr nur eine Festsetzung ist. Es sei

$$e_k = l_k - X$$

die Abweichung des Einzelwertes vom angenommenen wahren Wert  $X$ . Wenn man nun die weitere Annahme macht, daß die Fehler mit gleicher Wahrscheinlichkeit positive wie negative Vorzeichen haben (wobei sich ihre algebraische Summe annähernd aufhebt), so nimmt man als den „wahren mittleren Fehler“ der Einzelwerte  $l_k$

$$\mu = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n e_k^2}.$$

Schließlich wird noch vorausgesetzt, daß das arithmetische Mittel der Einzelwerte – genannt Bestwert  $L$  – dem wahren Wert am nächsten kommt. Entsprechend ergibt sich aus  $v_k = l_k - L$  als mittlerer Fehler hinsichtlich  $L$ :

$$\frac{1}{n} \sum_1^n v_k^2.$$

Mit all diesen nichtempirischen Festsetzungen gewinnt man so durch einfache Operationen die Gleichung:

So zeigt sich: Der Basissatz drückt keine bloße Tatsache aus und ist niemals durch eine solche erzwungen; er kann nicht ein außertheoretisches Fundament einer Theorie sein; er ist selbst theoretisch, durch Deutungen bestimmt und entspringt gewissen Entscheidungen.

## 2. Die Begründung von Naturgesetzen

Inwiefern können nun Basissätze Naturgesetze begründen? Sehen wir jetzt einmal davon ab, daß Basissätze keine absoluten Tatsachen ausdrücken, und nehmen wir an, daß man sie trotzdem als hinreichend empirisch bestimmt ansieht, wie es ja auch in der Regel der Fall ist. Dann wird eine Begründung eines Naturgesetzes durch Basissätze folgendermaßen versucht werden müssen: Man macht Messungen; aus ihnen gewinnt man eine Kurve, die jene mathematische Funktion darstellt, in welcher das fragliche Naturgesetz ausgedrückt ist; die Kurve, sagt man, begründet oder bestätigt das Gesetz. Allein das Gewinnen einer solchen Kurve kann niemals durch die Messungen alleine zustandekommen. Da Messungen nur sporadisch erfolgen können, wird man immer zu Interpolationen und Glättungen greifen müssen, die ihrerseits auch

---


$$\mu = \sqrt{\frac{v}{n-1}},$$

wobei

$$v = \sum_1^n v_k^2.$$

Bezeichnet man  $\Delta L$  als mittlere Abweichung des L von X, so ergibt sich schließlich

$$\Delta L = \frac{\mu}{\sqrt{n}}.$$

(Ausführliches hierüber siehe W. WESTPHAL: Physikalisches Praktikum, Braunschweig <sup>11</sup>1963, S. 290 f.)

wieder nur auf Entscheidungen und Festsetzungen beruhen. Wir haben hier also eine Sachlage, die derjenigen bei der Fehlerrechnung analog ist. Ohne diese Festsetzungen gibt es keine Begründung von Naturgesetzen aus Messungen; und mit ihnen ist diese Begründung wieder nicht mehr durch Tatsachen erzwungen.<sup>4</sup>

Betrachten wir jedoch den Zusammenhang zwischen Basissatz und Naturgesetz noch etwas genauer. Eine entscheidende Rolle spielen in Naturgesetzen die Naturkonstanten. Und was auch immer bei deren Bestimmung an Glättungen, Interpolationen, theoretischen Voraussetzungen oder Entscheidungen eine Rolle spielen mag, so weist man doch auf die relative Gleichheit der diese Konstanten bestimmenden Meßergebnisse hin, die auf verschiedensten Wegen erhalten werden; gleichgültig, von welcher Seite man sich ihnen nähert, ergeben sie eine zahlenmäßige Gleichheit. Dies scheint hinterher alle bei den Messungen stillschweigend gemachten Voraussetzungen nachträglich zu rechtfertigen und sie in Tatsachen umzuwandeln.

Bevor wir diese allgemeine Behauptung prüfen, sei zunächst ein Beispiel zur besseren Verdeutlichung herangezogen. Es betrifft die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit, und zwar einmal mit Hilfe der Aberrationskonstanten und einmal mit Hilfe der Methode von FIZEAU. Beide führen zu demselben Ergebnis, obgleich sie auf ganz verschiedenen Meßvorgängen beruhen. Prüfen wir zuerst, in welcher Weise in die eine wie in die andere Messung nichtempirische Voraussetzungen eingehen.

---

<sup>4</sup> Wählt man z. B. bei einer durch Messungen erlangten Menge von Wertepaaren  $x, y$  die NEWTONSche Interpolationsformel, um die ihnen zugeordnete Funktion näher zu bestimmen, so hat man bereits die Voraussetzung gemacht, daß diese eine ganze rationale Funktion sein soll.

Ist die Aberrationskonstante bekannt, so läßt sich daraus die Lichtgeschwindigkeit berechnen, wenn man die Geschwindigkeit der Erde kennt. Die Geschwindigkeit der Erde aber läßt sich ihrerseits nur feststellen, wenn man den von ihr in einem bestimmten Zeitintervall zurückgelegten Weg kennt. Damit gehen aber zwei Zeitmessungen in die Errechnung der Lichtgeschwindigkeit ein: nämlich eine am Anfang des Zeitintervalls und eine an seinem Ende; und diese beiden Zeitmessungen finden an voneinander entfernten Orten statt. Dabei wird aber vorausgesetzt, daß die hierbei verwendeten Uhren synchron sind, daß ihr Gleichklang feststeht. Um die Erdgeschwindigkeit zu messen, muß also bestimmt sein, wann zwei entfernte Ereignisse gleichzeitig sind. Aber spätestens seit der Relativitätstheorie ist uns aufgegangen, daß die Gleichzeitigkeit entfernter Ereignisse nicht beobachtbar ist und daher auf Festsetzungen beruht. Damit ist klargelegt, welche Festsetzungen in die Messung der Lichtgeschwindigkeit mit Hilfe der Aberrationskonstanten eingehen.

Betrachten wir jetzt noch FIZEAUS Methode der Messung der Lichtgeschwindigkeit. Er läßt einen Lichtstrahl über eine bekannte Entfernung bis zu einem Spiegel laufen, von dem der Strahl dann zum Ausgangspunkt reflektiert wird. Mit Hilfe der Bestimmung des Zeitintervalls zwischen dem Absenden und der Rückkehr des Strahls zum Ausgangspunkt läßt sich dann die Lichtgeschwindigkeit errechnen. In diese Messung geht nun die Festsetzung ein, daß die Geschwindigkeit des Lichtes auf dem Hin- und Rückweg die gleiche ist. Wollte man diese Festsetzung in eine empirische Tatsache verwandeln, so müßte man die Zeit des Eintreffens des Lichtstrahls in dem reflektierenden Spiegel ebenso messen wie diejenige zwischen seiner Absendung und Rückkehr zum Ausgangs-

punkt; aber dann hätte man wieder zwei Zeitmessungen voneinander entfernter Ereignisse, und die Festsetzung träte also an einer anderen Stelle ein.

Nach diesem verdeutlichenden Beispiel sei nun die allgemeine Frage beantwortet, ob nicht die Festsetzungen, die grundsätzlich in Messungen, Bestimmungen von Konstanten und Begründungen von Naturgesetzen eingehen, sich dadurch rückwirkend als Tatsachen erweisen, daß sie alle, obgleich voneinander unabhängig, zu denselben Resultaten führen; ob also von der Übereinstimmung der Resultate nicht rückwirkend auf die empirische Wahrheit der bei ihnen gemachten Voraussetzungen geschlossen werden kann. Dieser Schluß hätte genauer folgende Form: Aus den voneinander unabhängigen Festsetzungen  $F_1, F_2, \dots F_n$  folge stets dieselbe Maßzahl  $M$ ; also sind  $F_1, F_2, \dots F_n$  empirisch wahr. Nichts jedoch berechtigt zu diesem Schluß. Denn da die Maßzahl  $M$  selbst gar nicht an sich gegeben ist, sondern in jedem einzelnen Falle nur durch Festsetzungen zustandekommt, so läßt sich nicht *mehr* behaupten, als daß auch die bezeichnete Übereinstimmung nur das Resultat von Festsetzungen ist. Alles, was sich sagen läßt, ist, daß Festsetzungen, die in der beschriebenen Weise zu Übereinstimmungen führen, zweckmäßig gewählt wurden, weil sie zu einer bestimmten Einfachheit der Physik führen – und weiter nichts. Die Schwierigkeit, diesen einfachen Tatbestand einzusehen, liegt einzig darin begründet, daß wir ständig jene Metaphysik in uns herumtragen, nach welcher physikalische Aussagen in irgendeiner Weise an sich existierende Wirklichkeit abbilden müßten. So folgt, daß nicht nur Basissätze, sondern auch Naturgesetze keine schlichten Tatsachen ausdrücken, sondern durch spontane Entscheidungen mitbestimmt sind.

### 3. Die Begründung von Axiomen naturwissenschaftlicher Theorien

Hiermit scheint sich die Frage nach der empirischen Begründung der dritten Gruppe von zu einer Theorie gehörenden Sätzen, den Axiomen, zu erübrigen. Wie vorhin bei der Prüfung der Naturgesetze wollen wir aber auch hier von den bisher gewonnenen Resultaten absehen und annehmen, daß sie nicht gelten. Fassen wir vielmehr nur die logische Tatsache als solche ins Auge, daß die Axiome, dieses Herzstück der Theorie, die Prämissen sind, aus denen sich die Basissätze als Konklusionen ergeben. Dann folgt: Wenn die Konklusion wahr ist – hier: wenn der durch die Theorie vorausgesagte Basissatz durch eine Messung bestätigt ist –, dann ist damit nach den Regeln der Logik über den Wahrheitswert der Prämisse – hier: das Axiomensystem der Theorie – nicht entschieden. Sie kann wahr, sie kann aber auch falsch sein. Daraus folgt weiter, daß offenbar mannigfaltige Axiomensysteme über denselben – freilich im Rahmen der verschiedenen Theorien auch verschieden interpretierbaren – Basissätzen errichtet werden können. Und damit stellt sich – analog zu den vorhin erörterten verschiedenen, zu denselben Ergebnissen führenden Methoden – die Frage, ob nicht vielleicht aus der Konkurrenz solcher verschiedener Theorien so etwas wie empirische Tatsachen herausgearbeitet werden können. Bislang prüften wir nur die empirische Begründbarkeit einer Theorie überhaupt; gehen wir nun zur Behandlung von Gruppen von Theorien über und betrachten wir hier die folgenden Möglichkeiten, Theorien miteinander zu vergleichen (weitere werden in den Kapiteln V, VI, XI und XII behandelt).

- 1) Die Theorien haben dieselben – wenn auch in ihrem Rahmen verschieden interpretierten – Basissätze B, aber eine von ihnen sei die einfachste oder betreffe noch weitere Sätze B'.
- 2) Die Theorien sind strukturgleich.
- 3) Eine von ihnen enthält die anderen als Grenzfall.

Alle diese drei Möglichkeiten sind dazu benützt worden, Kriterien für den Tatsachengehalt von Theorien anzugeben. Beginnen wir mit der ersten.

Zu ihr ist gesagt worden, die einfachste oder umfassendste Theorie sei die wahre oder der Wahrheit am nächsten kommende.<sup>5</sup> Diese Behauptung setzt voraus, daß die Natur einfach oder umfassend konstruiert *ist* (und außerdem noch so, wie es die vorliegende einfachere oder umfassendere Theorie anzeigt!). Wie aber will man dies beweisen, wenn man – wie gesagt – nicht beweisen kann, daß die in Frage stehende Theorie, welche diese Verfassung der Natur doch erst bestätigen und enthüllen könnte, ihrerseits wahr ist?

Zur zweiten Möglichkeit wurde behauptet, daß, wenn mehrere Theorien über denselben Basisbereich vorliegen, sie doch dieselbe Struktur haben müßten – und *diese* sei dann die empirische Wahrheit.<sup>6</sup> Was aber soll Strukturgleichheit exakt heißen? Zwei Mengen haben, kurz gesagt, genau dann die gleiche Struktur, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

---

<sup>5</sup> Als hervorragender Repräsentant dieser Ansicht kann EINSTEIN gelten. Siehe z.B. A. EINSTEIN: Zur Methodik der theoretischen Physik, in: Mein Weltbild, Berlin 1960.

<sup>6</sup> Diese Auffassung scheint VON WEIZSÄCKER zu vertreten in seinem Buch: Zum Weltbild der Physik, Stuttgart 1958. Siehe hierzu auch K. HÜBNER: Beiträge zur Philosophie der Physik, Philosophische Rundschau, Beiheft 4, Tübingen 1963.

- 1) Je ein Element der einen Menge kann je einem Element der anderen in eindeutiger Weise zugeordnet werden.
- 2) Stehen irgendwelche Elemente der einen Menge in einer Relation zueinander, so stehen die zugeordneten Elemente der anderen Menge in der zugeordneten Relation.

Hieraus folgt nun, wenn zwei Mengen, von denen jede ein System von Sätzen darstellt, wie es bei einer Theorie der Fall ist, genau die gleiche Struktur haben, dann sind Sätze der beiden Theorien wechselweise auseinander ableitbar. Gerade dies ist aber keineswegs notwendig zwischen verschiedenen Theorien der Fall, die über demselben Basisbereich errichtet wurden. Das einzige, was sie gemeinsam haben, ist der Basisbereich selbst – aber dies besagt nichts über ihre Strukturgleichheit. Da eine solche folglich in der Regel bei dem angegebenen Fall konkurrierender Theorien nicht vorliegt, so kann auch die Struktur von Theorien nicht eine invariante empirische Tatsachengrundlage darstellen.

Zur dritten der erwähnten Möglichkeiten wird behauptet, es sei die Regel, daß Theorien schließlich zu Grenzfällen von anderen werden, ja darin bestehe sogar wesentlich der wissenschaftliche Fortschritt – und gerade dies beweise, daß Theorien auf Tatsachen aufgebaut sind. Denn diejenige, welche Grenzfall werde, könne zwar durch die sie enthaltende ergänzt und in einen größeren Zusammenhang gebracht werden, an sich aber sei sie – als auf Tatsachen beruhend – unumstößlich. Da man als klassisches Beispiel für diese Behauptung das Verhältnis zwischen der NEWTONSchen Physik und der speziellen Relativitätstheorie angibt, wird es hier genügen, dieses zu untersuchen.

Noch heute behaupten viele Physiker, die NEWTONSche

Physik sei ein Grenzfall der Relativitätstheorie, der dann vorliege, wenn wir es mit Geschwindigkeiten zu tun haben, die bedeutend unter der Lichtgeschwindigkeit liegen. Dies wird mit der Annahme begründet, daß dieser Grenzfall aus der Relativitätstheorie ableitbar sei.

Wie aber soll diese Ableitung aussehen? Bezeichnen wir die Aussagen, welche die Gesetze der speziellen Relativitätstheorie enthalten, mit  $R_1, \dots R_n$ , so müßten wir ihnen, um die NEWTONSche Physik als Grenzfall zu erhalten, solche der Art hinzufügen, daß  $(v/c)^2$  sehr viel kleiner als 1 wird. Damit bekämen wir dann Aussagen  $K_1 \dots K_n$ , und nur in diesem Sinne könnte von einer Ableitung gesprochen werden. Diese  $K_i$  sind nun zwar Spezialfälle der speziellen Relativitätstheorie, enthalten aber weder die NEWTONSche Physik, noch sind sie Spezialfälle von dieser. Denn die Variablen und Parameter, welche in den  $R_i$  den Ort, die Zeit, die Masse usw. repräsentieren, erleiden in den  $K_i$  keine Veränderung; von denjenigen der klassischen Größen, welche denselben Namen tragen, sind sie jedoch verschieden: Der Begriff der Masse in der NEWTONSchen Physik bezieht sich auf eine Konstante, derjenige EINSTEINS ist mit der Energie vertauschbar und daher variabel; die NEWTONSche Physik definiert Raum und Zeit als absolute Größen; das Gegenteil ist bei EINSTEIN der Fall, usw. Dieser klare logische Unterschied läßt keine Deduktion der einen Theorie aus der anderen zu, auch wenn in dieser wie in jener dieselben Ausdrücke gebraucht werden. Nehmen wir keine Umdefinitionen vor, so sind Variable und Parameter der  $K_i$  nicht klassisch; und definieren wir sie um, so kann von einer Ableitung der  $K_i$  aus den  $R_i$  nicht mehr gesprochen werden. Beim Übergang von EINSTEINS Theorie zu derjenigen der klassischen Physik ändert sich eben nicht nur die Form der Gesetze, sondern es ändern sich

auch die Begriffe, auf welche sie sich beziehen. Und deswegen ist die NEWTONSche Physik kein Grenzfall derjenigen EINSTEINS. Die ganze revolutionäre Stoßkraft EINSTEINS beruht auf seinen neuen Definitionen.<sup>7</sup>

Dieselbe logische Unverträglichkeit miteinander zeigen auch die allgemeine Relativitätstheorie und die NEWTONSche Gravitationstheorie. Das Universum ist nach EINSTEIN gekrümmt und ohne Schwerkraft; das Universum NEWTONS aber ist ein euklidischer Raum, in dem Schwerkräfte wirken. Und abgesehen davon, daß aus den soeben angegebenen Gründen die Behauptung unzutreffend ist, die allgemeine Relativitätstheorie gehe in Grenzfällen – z. B. relativ kleinen und damit schwach gekrümmten Raumteilen – in die NEWTONSche Theorie über, so muß hier auch darauf hingewiesen werden, daß ja die NEWTONSche Theorie – mit wenigen Ausnahmen – nicht nur in diesen Grenzfällen, sondern auch in allen anderen die Himmelsbewegungen weitgehend ebenso richtig beschreibt und voraussagt wie diejenige EINSTEINS. Von der NEWTONSchen Gravitationstheorie als Grenzfall der sie ablösenden allgemeinen Relativitätstheorie kann also gar nicht die Rede sein.

Daraus folgt: Weder *muß* im Verhältnis von miteinander konkurrierenden Theorien die eine die anderen als Grenzfall enthalten, noch ist das auch nur in der Regel der Fall. Nicht einmal, daß die eine zur anderen angehört, läßt sich korrekterweise sagen, weil dazu das Tertium comparationis fehlt. Denn wie kann man sagen, die Meßergebnisse fielen in gewissen Fällen ähnlich oder

---

<sup>7</sup> Vgl. hierzu T. S. KUHN: *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago 1962, S. 100 ff. Seit KUHN ist zum Thema des Grenzfalles eine umfassende Literatur erschienen, worauf ich hier nicht eingehen kann. Ich habe jedoch nicht den Eindruck, daß sie entscheidend Neues zutage gefördert hat.

gleich aus – und das soll doch wohl die Annäherung bedeuten –, wenn die bei diesen Messungen abgelesenen Größen in der angegebenen Weise einen logisch verschiedenen Sinn haben?

#### 4. *Rein empirisch können nur metatheoretische Aussagen sein*

Diese rein logische Analyse einer physikalischen Theorie und ihres Verhältnisses zu anderen, die in den folgenden Kapiteln noch erweitert und vertieft werden soll, entzieht allen Versuchen, verbindliche Kriterien für deren empirische Verifikation anzugeben, den Boden. Eine Verifikation scheiterte schon daran, daß eine Theorie Allsätze enthält, jedoch alle Fälle nicht prüfbar sind. Sie verliert geradezu ihren Sinn, wenn man die Rolle der definitivischen Festsetzungen in ihr erkennt, den nur sehr indirekten Zusammenhang, den sie zur Beobachtung und Wahrnehmung innerhalb des Meßprozesses hat, die theoretische Bestimmtheit dieses Prozesses selbst – und wenn man schließlich die logische Tatsache ins Auge faßt, daß einander widersprechende Theorien sich wechselseitig ersetzen können.

Wie aber steht es mit einer empirischen Falsifikation einer Theorie? Bis jetzt wurde nur die Frage der Begründbarkeit einer Theorie, ihre Bestätigungsfähigkeit durch Tatsachen ins Auge gefaßt – läßt sich nicht wenigstens genau angeben, wann sie mit den Tatsachen *nicht* in Einklang steht? Da es diese Tatsachen als strengen Richter, wie gezeigt werden sollte, gar nicht gibt, so können sie wohl weder bestätigen noch verwerfen. Und die Annahme sowohl wie die Ablehnung einer Theorie beruht daher of-

fenbar ebenfalls auf nichtempirischen Entscheidungen. Doch betrachten wir den Falsifikationsvorgang näher. Er kann nur darin bestehen – wenn wir von dem Nachweis innerer Widersprüche einer Theorie absehen –, daß irgendein Meßresultat – oder mehrere – mindestens einer aus der Theorie abgeleiteten Voraussage widersprechen. Dabei wird die Theorie in der Regel so weit gefaßt sein, daß die zu erwartende Meßungenauigkeit, die wahrscheinlichen Grenzen von Interpolationen der Meßresultate und von Störungen von ihr einkalkulierbar sind. Das bedeutet, daß wir Abweichungen von den zu erwartenden Ergebnissen weder dieser Meßungenauigkeit, noch unzweckmäßiger Interpolation, noch äußeren, nicht durch die Theorie interpretierbaren Störungen zuschreiben können, sondern als Falsifikation der Theorie betrachten werden. Aber ist dies *empirisch* notwendig? Zwingen uns *empirische* Tatsachen zu einer solchen Falsifikation?

Angenommen, jemand *entschließt* sich, die Theorie trotz der versagenden Voraussagen nicht aufzugeben. Angenommen, er sagt, es gibt von der Theorie nicht erfaßte oder interpretierbare Störungen, welche für das enttäuschende Resultat verantwortlich sind, es gibt ad hoc konstruierbare Zusätze zur Theorie, welche sie retten, es gibt Fehler beim Meßvorgang usw. Dann wird man zugeben müssen, daß alle diese Es-gibt-Aussagen als solche nicht empirisch falsifizierbar und damit nicht *empirisch* widerlegbar sind. Will man sie zurückweisen, so kann dies nur mit dem Hinweis geschehen, daß es *methodisch* nicht zweckmäßig und methodisch unvernünftig sei, sich auf sie als eine Hoffnung zu berufen. So kann es auch nur der Appell an eine gute Methode und nicht die Berufung auf irgendwelche möglichen absoluten Tatsachen sein, wenn z. B. POPPER fordert, immer die Falsifikation einer Theo-

rie ihrem Rettungsversuch vorzuziehen.<sup>8</sup> Wir wollen hier allgemein solche methodischen Vorschläge methodische Postulate nennen. Aber sind POPPERS methodische Postulate wirklich *immer* zweckmäßig und vernünftig? Insbesondere die Kapitel V und X werden zeigen, daß dies keineswegs der Fall ist.

Wenn es aber im strengen Sinne weder eine empirische Verifikation noch eine empirische Falsifikation gibt, so stellt sich die Frage, ob etwa die empirische Tatsache überhaupt keine Rolle für Aufbau, Annahme und Verwerfung physikalischer Theorien spielt. Die Antwort lautet: Keineswegs; doch suchen wir, welchen Ort die empirische Tatsache im Rahmen der hier vertretenen Auffassungen einnimmt.

Mit Hilfe von nichtempirischen Festsetzungen  $F$  erhalten wir in Basissätzen ausgedrückte Meßresultate  $M$ . Aber mit Hilfe anderer solcher Festsetzungen  $F'$ , andere Meßresultate  $M'$ , und *dies*, daß wir im Falle der einen Festsetzung das eine, im anderen das andere Meßresultat erhalten, ist eine empirische Tatsache. Nehmen wir nun weitere Festsetzungen hinzu, so ergeben sich Sätze, welche Naturgesetze  $N$  ausdrücken, und wieder mit anderen solchen Festsetzungen Naturgesetze  $N'$ . Und auch *dies* ist eine empirische Tatsache. Die hierzu gebildete Theorie  $T$  ist dann allerdings wieder eine Sache der bloßen Festsetzung. Nun gehe man von der Theorie aus und mache in ihrem Zusammenhang Messungen. Dann mag sich ergeben, daß man mit den Festsetzungen  $F$  Meßresultate  $M$  erhalte, welche einen auf Grund der vorhin bezeichneten methodischen Postulate dazu zwingen, die Theorie für falsifiziert zu erklären, während wir mit anderen Festsetzungen  $F'$  zu Resultaten  $M'$  gelangen derart, daß wir

---

<sup>8</sup> K. R. POPPER: Logik der Forschung, Tübingen 21966.

mit denselben Postulaten nicht dazu gezwungen sind. Gehen wir von einer anderen Theorie  $T_1$  aus, so wird sich dasselbe wiederholen. Aber während wir vorhin die Resultate  $M, M'$  erhielten, so können mit der Theorie  $T_1$  die Resultate  $M_1, M_1'$  zustandekommen – und auch *dies* ist eine empirische Tatsache.

Daraus folgt, daß nicht der *Gehalt* theoretischer Sätze empirisch ist; weder  $F$ , noch  $N$ , noch  $T$ , noch die Basisätze  $M$  sprechen für sich empirische Tatsachen aus; rein empirisch ist hier nur die *metatheoretische* Folge: Wenn die und die Festsetzungen, Postulate, Theorien (dies alles sind metatheoretische Bezeichnungen) – dann die und die Basissätze, Falsifikationen oder Verifikationen (und auch dies sind metatheoretische Ausdrücke). Oder anders formuliert: Wenn wir die und die Sätze haben – die nichts über die Natur aussagen –, dann folgen empirisch die und die anderen Sätze – die gleichfalls nichts über die Natur aussagen. Nur in *diesen* metatheoretischen Wenn-Dann-Beziehungen zeigen sich empirische Tatsachen; nicht aber stellt der Inhalt der Sätze der Theorie selbst einen empirischen Sachverhalt in irgendeiner Weise dar: *Nicht in der Theorie, sondern erst in der Metatheorie erscheint die Realität.*<sup>9</sup>

Bisher wurde nur allgemein nachgewiesen, daß zu einer empirischen Theorie notwendigerweise verschiedene Festsetzungen a priori gehören. Das nächste Kapitel soll nun diese Festsetzungen in die Ordnung von Kategorien bringen. Aber in ihm wird auch die Frage aufgeworfen und in einer ersten Annäherung beantwortet werden, wie sich diese Festsetzungen a priori eigentlich rechtfertigen

---

<sup>9</sup> Dies ist eine Verallgemeinerung von Gedanken, die bereits von POINCARÉ, REICHENBACH und EINSTEIN auf den Zusammenhang von Geometrie und Erfahrung angewendet wurden. Vgl. hierzu die in Anm. 1 angegebene Bibliographie.

lassen. Anders ausgedrückt: Besteht deren Freiheit in einer tieferen Einsicht oder ist sie nur willkürlich?

#### IV. Eine Weiterentwicklung von Duhems historistischer Theorie der wissenschaftlichen Begründung

Es ist denkwürdig, daß die etwa um die Jahrhundertwende einsetzende Wissenschaftstheorie noch eng mit der Erforschung der Wissenschaftsgeschichte verbunden war. Namen wie MACH, POINCARÉ, LE ROY und vor allem DUHEM bezeugen dies eindeutig. Aber die Entwicklung ging auf dem von ihnen eingeschlagenen Weg nicht weiter. Die Historiker trennten sich von den Philosophen und fanden im übrigen wenig Beachtung; man war überzeugt, daß ihre Aufgabe rein museal sei.

Dies dürfte vor allem darin begründet sein, daß man den Gegenstand der Naturwissenschaften, mit dem man sich hauptsächlich befaßte – nämlich die Natur – als ein geschichtsloses Wesen ansah, das fortschreitend immer weiter, immer genauer erforscht werden kann. Um dies zu erreichen, mußten nur die entsprechenden Methoden der Aufstellung, Rechtfertigung, Prüfung und Anwendung von Theorien erdacht werden. Diese Methoden wurden als eine Funktion des immer gleichen Wesens behandelt, auf das sie sich bezogen, und wurden daher ebenfalls; wenn auch für stets verbesserungsfähig, so doch für die im Grunde immer gleichen gehalten. Die Wissenschaftstheorie, so glaubte man, schreite genau so kontinuierlich fort wie die Naturwissenschaft selbst. Sie sei das Produkt eines abstrakten Scharfsinns, dem die unmittelbare Analyse einiger bedeutenden gegenwärtiger Theorien, etwa der Quantenmechanik oder der Relativitätstheorie, genüge. Vom Historischen, erst recht von

solchem außerhalb der Physik liegender Bereiche, findet sich nur wenig. Ja es wurde ausdrücklich beteuert, es interessiere gar nicht, was die Wissenschaftler gemacht *haben*; man habe vielmehr herauszufinden, was sie tun *sollen*. Und man meinte damit, daß die Wissenschaftstheorie ein allgemeines Organon der Wissenschaft überhaupt schaffen müsse, so wie es etwa auch die formale Logik ist. Dies ist auch heute noch eine weit verbreitete Meinung.

Im Gegensatz dazu stelle ich hier die These voran, daß das Studium der Geschichte für die Theorie der wissenschaftlichen Begründung von entscheidender Bedeutung ist; eine solche Theorie ist ohne geschichtliches Denken nicht möglich.

### *1. Duhems historistische Wissenschaftstheorie*

Der erste, der diese Auffassung vertrat, war DUHEM.<sup>1</sup> DUHEM erklärte, er könne Physiker nur als Wissenschaftstheoretiker und Wissenschaftstheoretiker nur als Wissenschaftshistoriker sein. Gerade die Praxis in Forschung und Lehre habe ihm diesen unauflöselichen Zusammenhang deutlich gemacht. Die Unmöglichkeit, eine physikalische Theorie logisch und empirisch zwingend Stück für Stück aufzubauen, die Dunkelheiten und Verworrenheiten, die sich dabei ergaben, brachten ihn dazu, über die Theorie einer solchen Theorie nachzudenken. Und sein Ergebnis war, daß die Rechtfertigung eines phy-

---

<sup>1</sup> P. DUHEM: *La Théorie Physique – Son Objet, Sa Structure*, Paris 1914. Da die französische Ausgabe gegenwärtig vergriffen ist, zitiere ich im folgenden nach der englischen Übersetzung: *The Aim and Structure of Physical Theory*, von P. WIENER, Princeton 1954.

sikalischen Systems nur in seiner Geschichte liegen könne.<sup>2</sup> Aus diesem Grunde möchte ich seine Wissenschaftstheorie „historistisch“ nennen. Ich beginne mit einer kurzen Darstellung und Interpretation seiner Philosophie. Ihr Ausgangspunkt ist die Einsicht, daß vom Gegebenen zu den Aussagen einer physikalischen Theorie nur ein komplizierter Übersetzungsmechanismus führt, der eine eindeutige Zuordnung zwischen beiden nicht gestattet. Dies wurde, wenn auch mit moderneren Mitteln, als sie DUHEM zur Verfügung standen, bereits im vorangegangenen Kapitel zum Ausdruck gebracht. Zusammengefaßt bedeutet das: Es können einer und derselben Tatsache wegen der Grenzen der Meßgenauigkeit (etwa einer Zeigerablesung) unzählige, einander ausschließende theoretische Aussagen entsprechen.<sup>3</sup> Auch handelt es sich bei den zu messenden Größen um Begriffe, welche nicht wie diejenigen der Umgangssprache auf Abstraktionen aus dem unmittelbar Wahrgenommenen beruhen; anders als etwa „Baum“, „Sonne“, „Fluß“ sind „Elektron“, „elektromagnetische Welle“ usw. nur im Rahmen komplizierter physikalischer Theorien verstehbar und nur durch deren Zusammenhang vermittelt.<sup>4</sup> Ferner setzen die bei solchen Messungen verwendeten Instrumente, will man ihr Funktionieren verstehen und ihre Zuverlässigkeit rechtfertigen, diejenigen Theorien voraus, auf denen sie beruhen und nach denen sie konstruiert wurden.<sup>5</sup> Aus diesen Gründen vermag ein Experiment auch niemals über eine isolierte Hypothese zu entscheiden; denn was immer der Ausgang eines Experimentes sein mag, so wird er doch von einem

---

<sup>2</sup> A. a. O. S. 268 f.

<sup>3</sup> A. a. O. S. 134.

<sup>4</sup> A. a. O. S. 148.

<sup>5</sup> A. a. O. S. 166.

ganzen System theoretischer Annahmen abhängen, die gar nicht einzeln überprüft werden können.<sup>6</sup>

Damit ergibt sich für DUHEM, daß zwar eine Theorie scheitern kann; ob dies aber der Fall ist, hängt von den Auswahlkriterien für den Übersetzungsmechanismus vom Gegebenen ins Theoretische ab. Und diese Auswahlkriterien, obgleich unerlässlich, sind weder von der Natur noch von einer allgemeinen Vernunft zwingend gegeben. Auch hier ist also jene Freiheit angesprochen, von der schon in den Kapiteln II und III die Rede war.

So sehr sich DUHEM nun diese Einsicht auf Grund der in Forschung und Lehre vorgenommenen Analysen aufgedrängt hat, so wenig konnte sie ihn doch befriedigen. In keiner Weise wurde damit nämlich die *quaestio juris* einer physikalischen Theorie beantwortet, ja diese stellt sich nun im Gegenteil erneut und mit aller Schärfe. Löste sich denn die Physik nicht in pure Willkür auf, wenn die bezeichneten Auswahlkriterien nicht notwendig waren? Gab es also keine objektiv verbindliche Instanz für die Annahme oder Verwerfung physikalischer Theorien?

Diese Instanz, ich sagte es schon, sieht DUHEM in der Geschichte der Wissenschaft. Sie allein läßt seiner Meinung nach eine physikalische Theorie überhaupt erst verständlich erscheinen und liefert so ihre vollständige Analyse. Nur eine abstrakt, unhistorisch und deshalb unvollkommen vorgehende Wissenschaftstheorie vermittelt nämlich den Eindruck unbeschränkter Freiheit in der Wahl der Übersetzungsmechanismen. Die Geschichte der Wissenschaft dagegen läßt uns nach DUHEM die durchgängig wohlbegründeten Schritte der Entwicklungen verfolgen, die zur Ausbildung und Annahme von Theorien geführt haben. Zwar würde keiner dieser Schritte

---

<sup>6</sup> A. a. O. S. 183 f.

durch irgendeine Form von Notwendigkeit herbeigeführt; und doch wäre das Walten eines physikalischen „bon sens“ in der Geschichte unverkennbar.<sup>7</sup>

Diesen „bon sens“ versteht DUHEM nun aber teils geschichtlich, teils ungeschichtlich. Er ist geschichtlich, sofern er auf eine bestimmte Situation in der Geschichte bezogen bleibt, sofern man all den Details und Verästelungen dieser Situation folgen muß, um seine Einsicht nachvollziehen zu können. Es lassen sich keine allgemein verbindlichen, von dieser Situation gelösten Regeln hieraus gewinnen. Manchmal wird der bon sens z. B. trotz experimenteller Schwierigkeiten an den nicht unmittelbar prüfbaren Grundlagen einer Theorie festhalten, dann wieder wird er solche, die man fraglos hingenommen hatte, aufgeben und durch neue ersetzen. Um allgemeine Falsifikations- oder Verifikationsregeln, wie sie gegenwärtig so gerne aufgestellt werden, scheint er sich nicht zu kümmern. Und immer werden Entscheidungen dieser und ähnlicher Art nur durch den besonderen, geschichtlich einmaligen Fall gerechtfertigt sein, in dem man sich befindet.

„Geschichtlich“ heißt also nicht etwa, daß einmal etwas für wahr gehalten wurde, was sich später eben als falsch erwiesen hat. Das ist nicht gemeint. *„Geschichtlich“ soll hier vielmehr bedeuten, daß das physikalische Bild der Natur, sofern und soweit es nur die Funktion eines Übersetzungsmechanismus ist, einer spezifischen Situation entspringt und mit ihr wieder verschwindet.* Das Bild der Natur ist in dieser Hinsicht selbst nur ein integraler Bestandteil der Geschichte. Das heißt, es bezieht sich nicht mehr oder weniger angenähert auf ein ewiges, wie auch immer zu verstehendes Urbild. Wir müssen DUHEMS

---

<sup>7</sup> A. a. O. S. 216 f.

Intention in diesem Sinne verstehen, obgleich er sie nicht mit solchen Worten ausgedrückt hat.

Es ist für DUHEM geradezu ein klassischer Fehler, die historische Bedingtheit getroffener theoretischer Entscheidungen aus dem Auge zu verlieren und sie dann für allgemeine, ewige, evidente Wahrheiten zu halten. Unter anderem erläutert er das an dem Beispiel EULERS.<sup>8</sup> Dieser glaubte, daß das Trägheitsprinzip auf einer Einsicht reiner Vernunft beruhe und daß es sich dem Unverbildeten geradezu aufdränge. Er übersah dabei, daß eine solche scheinbare Evidenz erst die Folge eines langwierigen, in allen seinen Schritten kontingenten, geschichtlichen Prozesses war, die Folge also einer sich allmählich einstellenden Gewöhnung an in mühsamer Kleinarbeit und endlosen Diskussionen geschaffene Regeln. Der Aristotelismus, welcher diesem Prinzip widersprach, hätte sich weit eher auf eine unvermittelte Einsicht stützen können (obgleich auch dies nur bedingt zuträfe).

Inwiefern ist nun der physikalische bon sens doch auch wieder ungeschichtlich? Zum einen ist er nach DUHEMS Meinung immerwährend von demselben Gefühl und Glauben geleitet, welche ihm sagen, daß die durch eine Theorie erfolgten Klassifikationen eine ontologische Ordnung widerspiegeln.<sup>9</sup> (So können z. B. mit einer solchen Ordnung die Erscheinungen der Lichtbrechung einem, diejenigen der Beugung einem anderen Bereich zugeordnet werden.) Die wahre und unmittelbare Abbildung dieser Ordnung könnten solche Klassifikationen freilich aus den schon genannten Gründen nicht sein; aber man müsse doch *glauben*, sie seien ihr analog, wenn

---

<sup>8</sup> A. a. O. S. 261 f.

<sup>9</sup> A. a. O. S. 26.

sich nicht jede physikalische Betätigung zu einem bloßen Spiel mit Schatten verflüchtigen solle.<sup>10</sup>

Zum anderen führt dieser beständige Glaube an eine ontologische Ordnung zu einigen konstanten wissenschaftstheoretischen Leitregeln, die sich, so glaubt DUHEM, wie ein roter Faden durch die ganze Geschichte ziehen. Diese Leitregeln fordern, in der Physik eine wachsende und immer größer werdende Einheit und Allgemeinheit zu erreichen. Und eben weil man solchen Leitregeln gefolgt sei, stelle sich die Geschichte der Physik als eine Kette kontinuierlicher Evolutionen dar. Geht es doch darum, Stück für Stück allmählich ein immer umfassenderes Ganzes zusammzusetzen. Vornehmlich unter dem Gesichtspunkt dieses Zieles – so glaubt DUHEM – betrachtet und verarbeitet der Physiker die Physik, die er vorfindet, schreitet er in seiner Forschung fort. Das ferne und vielleicht unerreichbare Ideal sei für ihn daher eine Theorie mit einigen wenigen Axiomen, woraus alle bekannten wie noch unbekanntes Erscheinungen abgeleitet werden können.

DUHEM versucht, die ungeschichtlichen Intentionen des bon sens an dem Beispiel der Geschichte der Gravitations-Theorie NEWTONS nachzuweisen.<sup>11</sup> Die mit Hilfe solcher konstanter Intentionen seiner Meinung nach stetig zu dieser Theorie hinführende Entwicklung stellt sich ihm dabei so dar: Der Aristotelismus betrachtet einen Punkt im Zentrum des Universums als oikeios topos schwerer Körper. Für KOPERNIKUS dagegen gibt es ein allgemeines Streben aller Teile aller Körper, also auch der himmlischen, beieinander zu bleiben und sich kugelförmig an-

---

<sup>10</sup> A. a. O. S. 335.

<sup>11</sup> A. a. O. S. 220 f.

zuordnen. GILBERT, in der Vorahnung noch größerer Einheitlichkeit, sieht für dieses Streben ein Modell im Magneten, KEPLER und MERSENNE gehen in der Verallgemeinerung noch weiter und vermuten bereits nicht nur das Gravitieren von Teilen eines Weltkörpers zueinander, sondern auch von einem Weltkörper zu einem anderen. Diese These bewährt sich an den Beobachtungen von Ebbe und Flut. ROBERVAL spricht bereits von einer allgemeineren, alles umfassenden wechselseitigen Anziehung. Aber ZUVOR schon haben KEPLER, BULLIALDUS und KIRCHER fast gleichzeitig erkannt, daß diese Anziehung aus einfachen Gründen eine Funktion der Entfernung sein müsse. BORELLI, darin ein Vorläufer von HUYGENS, greift auf die antike Vorstellung zurück, daß eine Zentrifugalkraft das Weltall daran hindert, in *einen* Stern zusammenzustürzen. HOOKE erkennt in Fortsetzung KEPLERScher Gedanken, daß die Gravitationskraft im umgekehrten Verhältnis zum Quadrat der Entfernung stehen müsse. Und NEWTON bewältigte schließlich nur die ungelösten mathematischen Probleme, welche noch der Zusammenfassung all dieser Hypothesen in einer einheitlichen Theorie entgegenstanden.

So sieht DUHEM überall konstant wachsende Einheiten, also Evolution, Kontinuität, Verallgemeinerung, ordnende Klassifikation – *bon sens*. Und was dies betrifft, besteht zwischen ihm und den heute noch gängigen Auffassungen Übereinstimmung.

## 2. Kritik an Duhems Theorie

Allein seine Darstellung von der Geschichte der Gravitationstheorie beruht auf starken Vereinfachungen und ergibt ein schiefes Bild. Man kann gerade dieses von ihm

gewählte Exempel benutzen, um zu zeigen, daß der bon sens, wie er ihn versteht, sich in nichts auflöst und damit DUHEMS These von der Geschichtlichkeit wissenschaftstheoretischer Grundsätze, Festsetzungen und physikalischer Theorien in einem viel weiteren Sinne, als er dies vermutete, zutrifft.

Wenn KOPERNIKUS den Aristotelischen *oikeios topos* materialisiert hat, so entspricht dies entgegen der DUHEMSchen Darstellung nicht der Absicht, einen evolutionären Fortschritt durch eine größere Verallgemeinerung zu erreichen, sondern ist erst die Folge der vorher getroffenen Entscheidung, die bislang geltende Physik und Kosmologie geradezu auf den Kopf zu stellen. Und eben darin bestand die berühmte Kopernikanische Wende. Diese radikale Revolution läßt sich nicht aus genuin physikalischen oder astronomischen Problemen allein erklären, und sie ist folglich auch gar nicht vornehmlich das Werk eines puren physikalischen bon sens; an ihr ist vielmehr, wie inzwischen eine ausgedehnte Forschung gezeigt hat, der gesamte Umbruch der Renaissance beteiligt.<sup>12</sup>

Man könnte zwar versucht sein, die von KOPERNIKUS aus dem Geiste des Humanismus geschöpfte Idee, daß das Universum nach Prinzipien der Einfachheit konstruiert sein müsse, mit dem DUHEMSchen bon sens in Zusammenhang zu bringen; aber es zeigt sich rasch, daß dies nicht gelingen kann. Erstens nämlich ist die Einheit, welche KOPERNIKUS konstruiert, gerade nicht kontinuierlich-evolutionär aus dem vorhergegangenen System entstanden; zum zweiten zeigt sich an diesem Beispiel mit aller Deutlichkeit, daß DUHEMS Einheitsideal keineswegs einen geschichtslosen Inhalt besitzt, wie er vermutet. Denn

---

<sup>12</sup> Vgl. u. a. H. BLUMENBERG: Die Kopernikanische Wende, Frankfurt a. M. 1965.

der von KOPERNIKUS so sehr bekämpfte Mangel an Einheit im Aristotelismus mit seinem alles scheidenden Oben und Unten, Himmlischen und Irdischen wurde gar nicht als störend empfunden, sondern im Gegenteil für den Ausdruck einer göttlichen Ordnung gehalten. Deswegen hat auch PTOLEMÄUS den Gedanken an eine größere Einheitlichkeit als bloß formal abgewiesen. Wenn man so lange den Aristotelismus hinnahm und sich an den Schwierigkeiten, die er bot, nicht stieß, so kann dies nur bedeuten, daß die hierin eintretende Wende als geschichtliches Ereignis, nicht aber als die Folge bestimmter Wesenseigenschaften menschlicher Vernunft anzusehen ist.<sup>13</sup> Drittens kann von einer Einheitsidee, wie sie DUHEM vorschwebt, bei KOPERNIKUS kaum die Rede sein, da er bedenkenlos eine größere Einheitlichkeit in der Astronomie mit größerer Uneinheitlichkeit in der Physik bezahlt. Seine physikalischen Argumente hat er ja nur ad hoc zur Stützung seines neuen Weltsystems herangezogen. Sie stellen die bloße Umkehrung entsprechender Aristotelischer Argumente dar, ohne aber wie diese metaphysisch begründet zu sein. Im übrigen bleibt von der so sehr propagierten Einheitsidee des KOPERNIKUS nicht viel übrig, wenn man genauer hinsieht. Denn anstelle, wie er behauptet, mit 34 Epizyklen auszukommen, benötigt er in Wahrheit sogar 48.

Was unmittelbar auf KOPERNIKUS folgt, ist dann fast das

---

<sup>13</sup> Man kann sagen, daß die Aristotelische Philosophie der Einheitsidee im bezeichneten Sinne geradezu im Grundsatz widerspricht. Geht es ihr doch hauptsächlich darum, die einzelnen und zahlreichen Formen und Qualitäten als letzte Erklärungsprinzipien anzusehen und sie gerade nicht aus allgemeinen Gesetzen abzuleiten (von denen wir bei ARISTOTELES bekanntlich nur sehr wenige finden). Hieran liegt auch, daß jene wachsende Aufhäufung immer neuer Qualitäten, zu der sich der Aristotelismus mehr und mehr gezwungen sah, zunächst keinen Anstoß erregte.

Gegenteil von dem, was man bon sens nennen könnte, und zwar gerade dort, wo die fruchtbarsten Wege eingeschlagen werden. Wenn man den Kampf um das Kopernikanische System aus der geschichtlichen Nähe und im Detail verfolgt, so muß man sagen, daß seine schnelle Ausbreitung DUHEMS physikalischen bon sens eher spot-tete, als daß sie ihm gehorchte; und sie hatte eben auch ganz andere, nämlich außerhalb der Physik liegende Gründe. (Davon wird im Kapitel V ausführlicher die Rede sein.)

So ist es bezeichnend, daß der Durchbruch zu einer ganz neuen Raumvorstellung, die dem Kopernikanischen System überhaupt erst eine geeignete Grundlage geben konnte, nämlich der Durchbruch zu einem unendlichen, homogenen, isotropen Weltraum, zuerst durch GIOR-DANO BRUNO, also einen Philosophen, erfolgte. Und die Gründe, auf die er sich stützte, waren rein philosophischer Natur. Dasselbe läßt sich für DESCARTES sagen, der BRUNOS Idee erst endgültig zum Siege verhalf. Denn die Identifizierung des euklidischen Raumes mit demjenigen der Physik und sogar mit der Materie verstand er als ein Postulat der sich ihrer selbst gewissen Vernunft – und auf diese Entscheidung und keine andere baute er seine ganze Physik auf. Es war also die Entscheidung zum Rationalismus und dessen Anwendung, welche die Cartesianische neue Wende in der Physik brachte – und nicht das bloße Weiterdenken genuin physikalischer Probleme. Wenn es schließlich NEWTON gelang, den zahlreichen, immer wieder mit ganz neuen Voraussetzungen und Gründen gemachten Versuchen zur Rettung des Kopernikanischen Systems einen vorläufigen Abschluß zu geben, so nur deswegen, weil auch er von einer ihm durch MORE und BARROW vermittelten metaphysischen Idee ausging: nämlich derjenigen des absoluten, von der Ma-

terie getrennten Raumes und der absoluten, von der Bewegung getrennten Zeit.

Ordnet man also die Schritte, welche nach DUHEMS Meinung zur Aufstellung der NEWTONSchen Gravitationstheorie führten, den Zusammenhängen zu, in denen sie in Wahrheit stehen, so ergibt sich ein von dem seinen vollständig verschiedenes Bild. Keiner der neuen Ansätze, die ich in diesem zusammenfassenden Rückblick angeführt habe, ist aus Vorhergehendem evolutionär und kontinuierlich durch stückweises Zusammensetzen in immer größeren Einheiten entstanden. Ich glaube im Gegenteil, daß der Ausdruck „wissenschaftliche Revolution“ für sie vollkommen angemessen ist. Auch zeigte sich im Vorhergehenden, daß die Ursachen solcher Neuansätze oft gar nicht genuin physikalischer Natur sind, sondern daß sie nur aus der gesamten geistigen Lage, in der sie entstanden, abgeleitet werden können. (Hierauf werde ich im Kapitel VIII zurückkommen.) Trotzdem kann man von spontanen Schöpfungsakten insofern sprechen, als sie ja aus dieser Lage nicht etwa mit Notwendigkeit folgen, selbst wenn sie eine Antwort auf sie darstellen. Dabei handelt es sich aber nicht immer nur um die Erstellung neuer Axiome und Begriffe für eine Theorie, sondern auch und gerade darum, daß das ganze Interpretationsschema der Erfahrung überprüft wird; nicht also lediglich um die Änderung der Koordinatensysteme, der Raum-Zeitvorstellungen und der verwendeten Grundbegriffe wie Masse, Kraft, Beschleunigung usw., sondern auch um die Bedeutung, welche man dem Experiment, die Deutung, welche man den Instrumenten, das Gewicht, welches man Bewährungen oder Enttäuschungen, der Einheit und Vollständigkeit oder dem Verzicht auf diese beimißt. Nicht nur eine Theorie im engeren Sinne, sondern ebenso eine mit ihr verknüpfte Wis-

senschaftstheorie wird so geschaffen. ARISTOTELES und PTOLEMÄUS hatten eine ganz andere Vorstellung von der Idee der Einheit oder der Rolle der Beobachtung als KEPLER und GALILEI, DESCARTES eine ganz andere Ansicht über das Wesen der Bewährung als NEWTON usw. So umfassend, so weitreichend sind die Umbrüche und Umstürze. Gegenüber dieser lebendigen Vielfalt der Geschichte erweisen sich die von DUHEM angenommenen konstanten Ziele des bon sens sowie der mit ihnen verbundene ontologische Glaube als bloße Fiktion.

### *3. Einführung von Kategorien und Weiterentwicklung von Duhems Theorie*

Die kritische Auseinandersetzung mit DUHEM hat uns bereits über ihn hinausgeführt. Ich möchte nun versuchen, dem bisher mehr in der Form eines Aperçus Gewonnenen eine systematischere Grundlage zu geben, indem ich einige Kategorien einführe. Damit soll auch erstmals die Idee einer über DUHEMS Entwurf hinausgehenden historistischen Wissenschaftstheorie im Umriß erläutert werden.

Dabei gehe ich zwar, wie die vorangegangenen Kapitel gezeigt haben, mit DUHEM davon aus, daß der Konstruktion und Beurteilung von Theorien eine Reihe von Festsetzungen voraus liegen, die weder eine logische noch eine transzendente Verbindlichkeit haben, bin aber, wie erwähnt, im Gegensatz zu ihm der Meinung, daß sie in einem viel radikaleren Sinne, als seine Vorstellung vom „bon sens“ vermuten läßt, nur historisch begründet und verstanden werden können. Es sind kontingente Festsetzungen. Da das Geschichtliche einer Theorie also in diesen Festsetzungen liegt, so wird eine historistische

Wissenschaftstheorie damit beginnen müssen, einen Leitfaden für ihre systematische Entdeckung ausfindig zu machen.

Es lassen sich fünf Hauptgruppen solcher Festsetzungen unterscheiden.

*Erstens* Festsetzungen, welche zur Erlangung von Meßresultaten führen (Festsetzungen über die Geltung und das Funktionieren der hierbei verwendeten Instrumente und Mittel, usw.). Ich nenne diese Gruppe *instrumentale Festsetzungen*.

*Zweitens* Festsetzungen, die beim Aufstellen von Funktionen oder Naturgesetzen auf Grund von Meßresultaten oder Beobachtungen verwandt werden (z. B. Auswahl von Meßdaten innerhalb gewisser Grenzen, Fehlerrechnungstheorie usw.). Sie mögen *funktionale Festsetzungen* heißen.

*Drittens* Festsetzungen, welche in der Einführung von Axiomen bestehen, aus denen Naturgesetze und mit Hilfe von Randbedingungen experimentelle Voraussagen ableitbar sind. Sie seien *axiomatische Festsetzungen* genannt.

*Viertens* Festsetzungen, welche bei Experimenten über die Annahme oder Verwerfung von Theorien entscheiden. (Hierzu gehören: a) solche, welche beurteilen, ob die theoretisch abgeleiteten Voraussagen mit den erhaltenen Meßresultaten oder Beobachtungen übereinstimmen; b) solche, die im Falle der Nichtübereinstimmung angeben, ob die betroffene Theorie verworfen oder dennoch beibehalten werden soll, oder ob sie wenigstens teilweise – und wenn teilweise, dann wo – zu ändern ist.) Hier kann man von *judicalen Festsetzungen* sprechen.

*Fünftens* Festsetzungen als Vorschriften dafür, welche Eigenschaften eine Theorie überhaupt besitzen soll (z. B. Einfachheit, hoher Falsifizierbarkeitsgrad, Anschaulich-

keit, Erfüllung bestimmter Kausalprinzipien oder empirischer Sinnkriterien und Ähnliches). Man wird sie *normative Festsetzungen* nennen können.

Vollständigkeit wird bei dieser Aufzählung nicht beansprucht.

Diese fünf Begriffe bezeichnen nun jene Arten von Festsetzungen, die für die Aufstellung, Prüfung und Beurteilung physikalischer Theorien – sofern sich diese auf Messungen beziehen – unerlässlich sind, der besondere Inhalt dieser Arten möge sein welcher er wolle. Denn wenn eine solche Theorie überhaupt gewollt wird, so *muß* man sich eben für eine bestimmte Form, welche sie haben soll, und für bestimmte Axiome entscheiden (also normative und axiomatische Festsetzungen vornehmen), so *muß* man eben einen Übersetzungsmechanismus zwischen der Theorie und dem experimentellen Resultat festlegen (instrumentale, funktionale und judicale Festsetzungen machen); aber *wie* man hierbei im einzelnen vorgeht, dafür gibt es keine notwendig geltenden Vorschriften.

Ist es also Bedingung der Möglichkeit einer physikalischen Theorie, daß es zu ihr einzelne Festsetzungen gibt derart, daß jede von ihnen unter mindestens einen der genannten fünf Begriffe fällt und daß keiner dieser Begriffe leer bleibt, so kann man diese Begriffe *wissenschaftstheoretische Kategorien* nennen. Mit den KANTschen freilich dürfen sie ebenso wenig verwechselt werden wie die Festsetzungen, von denen in den Kapiteln II und III die Rede war, mit KANTS synthetischen Urteilen a priori. Von den transzendentalen unterscheiden sich die wissenschaftstheoretischen Kategorien u. a. vor allem darin, daß sie sich nur auf wissenschaftliche, nicht auf Erkenntnis überhaupt beziehen und außerdem zum Teil auch noch auf eine solche, die erst seit der Verwendung

von Meßinstrumenten vorliegt. Insofern sind also diese Kategorien historisch, wenn auch von einer besonderen Konstanz.

Geht man etwa zur Aristotelischen Physik mit dieser Art Betrachtung über, so muß man sie modifizieren. Man könnte anstatt von Instrumenten von Sinnesorganen, also von sensorischen Festsetzungen sprechen; anstelle von funktionalen von induktiven Festsetzungen (da ein expliziter Begriff der Funktion dort noch fehlt). Mit mehr oder weniger starken Sinnesänderungen ließen sich auch die anderen Kategorien entsprechend umformen.

Das Bild, das wir uns in der Physik von der Natur machen, ist, wie schon im Kapitel III gezeigt wurde, von den einzelnen Festsetzungen nun zwar abhängig, allein durch sie nur mitbestimmt und behält daher seine empirischen Züge. Machen wir uns dies kurz für jede der fünf Kategorien an einem Beispiel klar:

Eine instrumentale Festsetzung lautet: Das Verhalten starrer Körper erfolgt nach den Gesetzen der euklidischen Geometrie.

Eine funktionale: Aus einer Reihe von Meßdaten ist durch die NEWTONsche Interpolationsformel eine Funktion zu gewinnen.

Eine axiomatische: Alle Inertialsysteme sind als gleichwertig anzusehen.

Eine judicale: Sobald ein von der Theorie vorausgesagtes Ereignis nicht eintritt, muß sie aufgegeben werden (radikales Falsifikationsprinzip).

Eine normative: Theorien müssen mit einem deterministischen und damit uneingeschränkten Kausalprinzip in Übereinstimmung stehen.

In allen diesen Fällen handelt es sich um Entscheidungen darüber, wie die Natur zu interpretieren sei. Hat man sie einmal getroffen, so sind ihre Folgen empirisch. Ändert

man diese Entscheidungen – und dies ist in allen fünf Fällen im Laufe der Geschichte der Physik geschehen – so ergeben sich andere Folgen; und auch dies ist eine empirische Tatsache. Wir entwerfen mit unseren Festsetzungen einen Rahmen – ohne ihn gibt es keine Physik; aber *wie* sich die Natur in dem jeweiligen Rahmen darstellt und wie sie in ihm erscheint, das ist eine empirische Tatsache.

#### *4. Die Bedeutung der eingeführten Kategorien für die Geschichte der Physik*

Die hier angegebenen fünf Kategorien oder ihre entsprechenden historischen Modifikationen geben uns die Mittel an die Hand, systematisch die Geschichte der Physik, die sich nun als überaus bedeutsam für die Frage physikalischer Begründungen erwiesen hat, nach den in ihr wirkenden mannigfaltigen Festsetzungen abzusuchen, ja sie an dem Leitfaden dieser Kategorien geradezu zu schreiben.

Geht man so vor und sieht die Dinge in diesem Lichte, so findet man auch die geschichtslosen Konstanten nicht mehr, die DUHEM noch vermutet hat. Hingegen stellen wir dann fest, daß sich das meiste, was unter die Kategorien subsumiert werden kann, wie diese selbst geändert hat und daß dieser Wandel ebenso wie die Kategorien und das unter sie Subsumierte Funktionen geschichtlicher Situationen sind. Und zwar nicht nur der Physik.

Die Geschichte der Physik erweist so ihre grundlegende Bedeutung für die Wissenschaftstheorie dadurch, daß sie ihr den Blick für diese Zusammenhänge frei macht und sie mit veranschaulichenden Beispielen versorgt; sie stellt daher eine Art Propädeutikum für sie dar.

Schon die kurze Betrachtung der Epoche, welche bis

NEWTON reicht, hat Hinweise dafür ergeben, daß die Gründe für alle diese Festsetzungen in mannigfaltigen, außerhalb der Physik liegenden Bereichen liegen können – in der Theologie, in der Metaphysik, in der gesamten geistigen Lage; aber sie können auch in der Politik, der Wirtschaft, der Technik usw. zu finden sein.

Oft freilich sind solche Festsetzungen nur die unmittelbare Folge anderer. Die zu verschiedenen Kategorien gehörigen Festsetzungen werden ja in der Regel nicht unabhängig voneinander gemacht, sondern besitzen eine Rangordnung, die ihrerseits wieder austauschbar ist. Zu manchen Zeiten, besonders solchen des wissenschaftlichen Umbruchs, werden die axiomatischen, judicalen und normativen Festsetzungen dominieren und die anderen auf sie abgestimmt. Dann wieder erweisen sich die instrumentalen und funktionalen als grundlegend und ziehen axiomatische nach sich. Gerade durch dieses letztere Abhängigkeitsverhältnis wird oft der Eindruck erweckt, als wären nur physikalische Überlegungen am Werke. Scheint doch hier allein das Experiment zu entscheiden, dessen Voraussetzungen besonders schwer zu durchschauen sind. Aber warum sind einmal diese, einmal jene Festsetzungen das Primäre? Und warum hat man gerade diese als primäre Festsetzungen gewählt? Eben weil es sich um Festsetzungen handelt, wird man – wie sich schon an dem vorigen historischen Beispiel zeigte – stets über sie in Bereiche hinausgeführt, denen sie unmittelbar entstammen und die oft jenseits der Physik liegen.

Ein Fall für die Priorität instrumentaler, funktionaler und judicaler Festsetzungen vor anderen scheint mir bei PLANCKS Ableitung seines Strahlungsgesetzes und der Einführung seines Wirkungsquantums vorzuliegen. Ganz anders dagegen verhält es sich, wie im zweiten Ka-

pitel gezeigt wurde, in der späteren Entwicklung der Quantenmechanik, wo von Physikern aus der Schule DE BROGLIES die Axiome der Quantenmechanik zu dem Zwecke umgeformt wurden, zu einer deterministischen Interpretation der Quantenmechanik zurückzukehren.

Man erinnere sich ferner an die mannigfaltigen Gründe, die für die normative Regel angegeben werden, stets das – wie auch immer näher zu verstehende – Einfachste zu wählen. Da hieß es etwa: Die Natur müsse göttlicher Weisheit entsprechen und eben deswegen einfach sein; oder die Einfachheit sei erforderlich, weil sie dem Menschen den mit der Physik verfolgten Zweck leichter zu erreichen gestatte, nämlich die Natur zu beherrschen; oder weil eine einfache Physik schöner sei, usw. Auch an diesem geläufigen Beispiel zeigt sich, daß allgemeine Zielsetzungen, die ihrerseits wieder historisch zu verstehen sind, bei der Auswahl der Festsetzungen eine entscheidende Rolle spielen.

Es ist heute die Neigung verbreitet, die Bedingungen der Entstehung einer Theorie als psychologisch und demnach die Wissenschaftstheorie nicht interessierend abzutun. Diese habe sich nur mit den wie auch immer zustandegewordenen Theorien selbst und den aus ihnen zu ziehenden Folgerungen zu beschäftigen.

Dem ist erstens zu entgegnen, daß hier der subjektive *Akt* des Zustandekommens einer Theorie (etwa die Bedingungen eines Einfalls) mit der Herleitung oder Erklärung ihrer Grundlagen verwechselt wird – und damit ein psychologisches mit einem historischen Phänomen. Zweitens, daß dieselbe Art von Motiven, manchmal sogar dieselben Motive, welche für die Grundlegung einer Theorie, z. B. die Aufstellung ihrer Axiome bestimmend sind, auch für ihre Überprüfungen eine entscheidende Rolle

spielen. Die Gruppe der judicialen Festsetzungen zeigt dies deutlich. Wenn man z. B. mit POPPER die Frage der Grundlegung der Axiome als wissenschaftstheoretisch irrelevant, eben weil nur psychologischer Natur, beiseiteschiebt, dagegen Falsifikationskriterien ausdrücklich aufstellt,<sup>14</sup> so übersieht man dabei, daß zu jeder Falsifikation a) die Anerkennung gewisser Basissätze und b) die darauf gegründete Entscheidung gehört, die Theorie abzulehnen oder anzuerkennen. Und diese Anerkennung und diese Entscheidung sind – da nicht notwendig bestimmt – samt ihren Beweggründen denjenigen analog, welche zur Aufstellung der Axiome geführt haben. Wer sich mit gewissen Falsifikationskriterien und Falsifikationsregeln nicht als mit einem bloßen „Beschluß“ zufriedengibt – und wer könnte das? –, wird etwa nach deren Zwecken fragen; und schon ist man, wie wir vorhin gesehen haben, weit über den Bereich hinaus, der allein der Wissenschaftstheorie zugestanden werden sollte. Es ist unmöglich, dem Anfang einer Theorie (also der Aufstellung ihrer Axiome) bestimmende historische Motive zuzugestehen, sie aber für deren Ende (also ihre Überprüfung) wieder auszuschalten. Davon werden spätere Kapitel, insbesondere das Kapitel X, ausführlich handeln.

##### *5. Die propädeutische Bedeutung der Wissenschaftsgeschichte für die Wissenschaftstheorie*

Ob es sich nun um die Festsetzungen selbst, ihre Beziehungen untereinander oder gar ihren Wechsel handelt, in allen Fällen sehen wir den Geschichtsforscher die Arbeit des Wissenschaftstheoretikers ergänzen. Das Mate-

---

<sup>14</sup> K. R. POPPER: Logik der Forschung, Tübingen 2<sup>1</sup>1966.

rial, das hierdurch zutage tritt, kann als Ausgangspunkt wissenschaftstheoretischer Überlegungen dienen und hat für diese – ich sagte es schon – eine propädeutische Bedeutung. In welchem genaueren Sinne der Fall ist und wie sich von hier aus neue Aufgabenbereiche innerhalb der Wissenschaftstheorie angeben lassen, will ich nun in vier Punkten darlegen. Damit wird schließlich auch die Anwendung geschichtlichen Denkens in ihr verdeutlicht.

Erstens: Gestützt auf die historischen Tatsachen ist eine Typologie der genannten Festsetzungen und ihrer Beziehungen sowie der Gründe für sie und für ihre Änderungen zu entwickeln.

Was damit gemeint ist, zeigen die Beispiele, die hier für bestimmte Festsetzungen und für einige mit ihnen verfolgte Zwecke aufgeführt wurden. Ich nannte u. a. Einfachheit, hoher Falsifikationsgrad, Anschaulichkeit, Erfüllung bestimmter Kausalprinzipien als mögliche Normvorstellungen für eine Theorie und theologische, pragmatische sowie ästhetische Zwecke, die ihnen zugrunde liegen können. Aber eine mit solchem und ähnlichem Material arbeitende Typologie soll nicht nur eine ordnende Bestandsaufnahme dessen, was war und ist, sein, sondern diese Bestandsaufnahme nur als Ausgangspunkt für eine systematische Auslotung wissenschaftstheoretischer Möglichkeiten betrachten. Diese Systematik hat den Zweck, die jeweils verwendeten wissenschaftstheoretischen Voraussetzungen einzuordnen, für den möglichen Augenblick ihrer Verwendbarkeit zu speichern und schließlich das Erdenken neuer zu erleichtern.

Zweitens: Mit Hilfe der Geschichte sind die historischen Ausgangspunkte verwendeter oder aufgestellter wissenschaftstheoretischer Regeln, Methoden, Grundsätze aufzuklären und in Erinnerung zu halten.

Die Einsicht in das geschichtlich Bedingte verhindert, daß eingenommene Positionen erst zur Selbstverständlichkeit werden, dann eine vermeintliche Evidenz erhalten und schließlich von jeder Fraglichkeit befreit nicht einmal mehr gesehen werden. Das geschichtliche Bewußtsein besitzt so eine kritische Funktion. Es spürt immer wieder Ursprünge auf, die nur kontingente Bedeutung haben, also nicht zwingend sind. Und gerade deswegen vermag es sie auch abzulehnen. Daher darf sich die Wissenschaftstheorie auch keineswegs darauf beschränken, geschichtliche Bedingungen aufzudecken und zu konstatieren, sondern sie muß diese darüber hinaus als die allein zureichende Basis einer adäquaten Kritik auffassen. Mannigfaltige wissenschaftstheoretische Gründe legen sich erst in der Geschichte bloß, und erst dann liegt die Voraussetzung für eine richtig ansetzende Kritik vor. So wird man einerseits der Situationsgebundenheit gerecht und so wird man andererseits, gerade indem man in sie einsteigt, Kritik üben können.

Drittens: Das Material der Geschichte ist als ein Maßstab zu verwenden, an dem man Umfang, Gültigkeit und Anwendbarkeit der von Wissenschaftstheoretikern erarbeiteten Methoden, Grundsätze, Postulate usw. messen kann. Es ist sehr aufschlußreich zu sehen, wie wenig sich die Klassiker der Physik an manche Lehre moderner Wissenschaftstheoretiker gehalten haben, ja daß jene, hätten sie anders gehandelt, ihre Theorie kaum vertreten hätten. (Vgl. besonders die Kapitel V, VI, IX und X.)

Viertens: Überall dort, wo die kategorialen Voraussetzungen aus historischen Bereichen stammen, die nicht genuin physikalisch sind – und früher oder später stößt man immer auf sie –, muß die wissenschaftstheoretische Auseinandersetzung auf diese Bereiche ausgedehnt werden.

So genügt es z. B. nicht, theologische, pragmatische, ästhetische Zwecke, auf die gewisse Festsetzungen zurückgeführt werden können, nur äußerlich zu vermerken, sondern diese Zwecke müssen selbst ausdrücklich Gegenstand der Überlegung und der Kritik werden. In der Regel führt dies weit über die Wissenschaftstheorie im engeren Sinne hinaus in die traditionellen Bereiche der Philosophie. Aber diese Sprengung enger Grenzen ist unvermeidlich, wenn die Rechtfertigungen für geschichtliche Festsetzungen diskutiert werden sollen.

Alle in den Punkten 1–4 angeführten Aufgaben dienen dem praktischen Ziele, auf dem Gebiet der exakten Naturwissenschaften die dort benützten wissenschaftstheoretischen Voraussetzungen in ihren historischen Gründen und Grenzen klarzumachen und damit in eine kritische Distanz zu ihnen zu treten sowie dabei zu helfen, wenn nötig andere, schon bereitgestellte in einer bestimmten Situation zu verwenden oder neue zu erdenken.

Dies sei noch erläutert. Die an dem Leitfaden der Kategorien zu entwickelnde Typologie soll dem Forscher dazu verhelfen, die Reflexion auf die Bedingungen seiner Tätigkeit in Gang zu setzen und auf Begriffe zu bringen sowie diese Bedingungen in der Abgrenzung gegen andere zunächst als nur *eine* Möglichkeit unter anderen zu erkennen. Dadurch wird ihm erst bewußt, was er tut, und somit auch hierfür der kritische Blick freigegeben. In einem weiteren Schritt wird er das historisch Bedingte und Relative seiner wissenschaftstheoretischen Prämissen erkennen und sich damit der Frage gegenübergestellt sehen, ob er diese Bedingungen und diese Relation noch als verbindlich betrachten will. Bei diesem Versuch einer tieferen Rechtfertigung seiner Vorentscheidungen wird er feststellen – und wir können das bei allen großen For-

schern, weil sie sich noch nicht einem naiven Spezialistentum ergeben haben, beobachten –, daß sein eigenes Gebiet in andere, vor allem in die traditionellen Bereiche der Philosophie zurückführt. Und alle diese Überlegungen werden ihn erst in die Lage versetzen, gegründet seine Wahl zu treffen, bei seinen Vorentscheidungen zu bleiben oder andere, in der Typologie gespeicherte zu ergreifen bzw. vielleicht mit deren Hilfe neu zu erdenken. Wenn ich sage „gegründet“, so meine ich damit nicht, wie sich aus allem hier bereits Gesagten ergibt, irgendeine absolute Basis. Sondern ich meine damit nur, daß er dann auch alle jene Komponenten wenigstens gesehen und bedacht hat, welche bei einer solchen Begründung mit herangezogen werden können. Nie kann die Diskussion des gesamten, einer Theorie vorausliegenden Bereiches ein absolutes Ende haben; aber *was* überhaupt u. a. zu diskutieren ist, ergibt sich aus den angegebenen Punkten. Die bekannten und teilweise ungelösten Fragen aber, welche geschichtliches Denken aufwirft und welche bisher nur die Geisteswissenschaften zu betreffen schienen, treten nun gleichsam im Schoße der Naturwissenschaften selbst auf. Die Grenzen zwischen beiden sind nicht mehr in der alten Weise und nicht mehr in der alten Strenge zu ziehen. Mit dieser Frage wird sich besonders das Kapitel XIII befassen. Zunächst aber sollen die bisher vortragenen Gedanken an einigen einschlägigen historischen Beispielen erläutert und vertieft werden.

## V. Kritik der ahistorischen Wissenschaftstheorien Poppers und Carnaps am Beispiel von Keplers „Astronomia Nova“

KEPLERS in der „Astronomia Nova“ vorgetragene Theorien, soweit sie hier zur Sprache kommen sollen, nahmen ihren Ausgang von dem Versuch, die Marsbahn zu bestimmen. Diesen Versuch, obgleich mit größter Anstrengung Jahre hindurch unternommen, betrachtete KEPLER schließlich als gescheitert, nachdem er hatte feststellen müssen, daß zwischen den von ihm auf Grund seiner Hypothese errechneten und den durch TYCHO BRAHE beobachteten Werten ein Unterschied von 8 Bogenminuten bestand. Er schrieb:

„Uns, denen die göttliche Güte in TYCHO BRAHE einen allersorgfältigsten Beobachter geschenkt hat, durch dessen Beobachtungen der Fehler der ptolemäischen Rechnung im Betrag von 8'ans Licht gebracht wird, geziemt es, mit einem dankbaren Gemüt diese Wohltat Gottes anzunehmen und zu gebrauchen. Wir wollen uns also Mühe geben, unterstützt durch die Beweisgründe für die Unrichtigkeit der gemachten Annahmen endlich die richtige Form der Himmelsbewegungen zu ergründen. Diesen Weg will ich im folgenden selber, nach meiner Weise, anderen vorangehen . . . Diese acht Minuten allein haben also den Weg gewiesen zur Erneuerung der ganzen Astronomie; sie sind der Baustoff für einen großen Teil dieses Werkes geworden.“<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> „Nobis cum divina benignitas TYCHONEM BRAHE observatorem diligentissimum concesserit, cujus ex observatis error hujus calculi

Für uns heute klingt solches wohlvertraut, und eben deswegen stört wohl nur sein Pathos. Hier, so sagt man, beginne moderne Naturwissenschaft; denn KEPLER berufe sich auf Daten. Dies trifft zwar zu; aber dabei wird nur allzu oft übersehen, daß die Nachlässigkeit, mit der man früher solche Daten behandelte, der Gleichmut, mit dem man noch weit größere Abweichungen hinnahm als diejenigen, welche KEPLER zur Verwerfung seiner Hypothese über die Marsbahn veranlaßten<sup>2</sup> – weswegen er sie auch „Hypothesis vicaria“, „stellvertretende Hypothese“, nannte – keineswegs einem niederen Zustand der Wissenschaft oder persönlicher Unzulänglichkeit der Gelehrten zuzuschreiben sind. Diese Einstellung hing vielmehr eng mit jener Theorie zusammen, welche das ptolemäische Zeitalter geprägt hatte. Die ihr zugrunde liegende Formel nämlich – wie sie sich im sog. Platonischen Axiom ausspricht –, daß die Gestirne sich in Kreisen mit gleichförmiger Winkelgeschwindigkeit bewegen, gründete in einer weitgespannten Metaphysik über den Unterschied zwischen dem Himmlischen und dem Irdischen, zwischen dem Vollkommenen und Unvollkommenen, dem Oben und Unten. Diese Theorie hatte

---

Ptolemaici VIII minutorum in Marte arguitur; aequum est, ut grata mente hoc DEI beneficium et agnoscamus et excolamus. In id nempe elaboremus, ut genuinam formam motuum coelestium (his argumentis fallacium suppositionum deprehensarum suffulti) tandem indagemus. Quam viam in sequentibus ipse pro meo modulo alii praeibo . . . , sola igitur haec octo minuta viam praeiverunt ad totam Astronomiam reformandam, suntque materia magnae parti hujus operis facta.“ JOHANNES KEPLER: *Gesammelte Werke*, hrsg. v. W. v. DYCK und M. CASPAR, München 1937 ff., Bd. III; *Astronomia Nova*, Kap. XIX, S. 178. Dt. zitiert nach E. J. DIJKSTERHUIS: *Die Mechanisierung des Weltbildes*, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1956, S. 342.

<sup>2</sup> Bei PTOLEMÄUS und KOPERNIKUS betrug die Genauigkeitsgrenze 10 Minuten.

die Phänomene zu retten (σώζειν τὰ φαινόμενα), also in deren Wirrsal im Lichte jener Metaphysik Ordnung zu bringen. Wo immer dies nicht voll gelang, lag in den angenommenen Prämissen bereits die Erklärung bereit: Denn wer konnte wagen, der Wahrnehmung blindes Vertrauen zu schenken? Erst recht dort, wo sie sich auf so entfernte, so erhabene Objekte wie diejenigen des Himmels bezog? Sie mochte für den sublunaren Bereich mehr oder weniger Geltung besitzen; für die Bewegungen der Gestirne hatte sie keine endgültige Kompetenz. Es wäre naiv, in der radikalen Ablehnung dieser Einstellung durch KEPLER schon den Sieg modern verstandener Vernunft und Wissenschaft zu sehen. In Wahrheit zeigt er sich nur von anderen metaphysischen Gedanken geleitet als seine Gegner. Hinter dem vorhin angeführten Zitat steht nämlich die schon im vorangegangenen Kapitel erwähnte humanistisch-theologische Grundannahme des KOPERNIKUS, daß die Schöpfung eine den menschlichen Erkenntnissen angepaßte Struktur habe; daß folglich Geist und Wahrnehmung in keinen Widerstreit geraten dürften; daß der Unterschied von Oben und Unten aufzuheben, die Erde als Stern unter Sternen zu betrachten sei und an ihrem Reigen teilzunehmen habe; daß das Universum nach Prinzipien der Einfachheit konstruiert sein müsse. usf.<sup>3</sup> Aber das Kopernikanische System mit all seinen humanistisch-theologischen Voraussetzungen aus dem Geiste der Renaissance war damals ja in Wahrheit weit schlechter begründet als das Ptolemäische. Um es zu stützen, drehte man, auch dies ist bereits gesagt worden, einfach den Spieß gegen die Aristoteliker um, setzte

---

<sup>3</sup> Zu den philosophischen Hintergründen des KOPERNIKUS siehe u. a. H. BLUMENBERG: Die Genesis der kopernikanischen Welt, Frankfurt a. M. 1978.

ad hoc theologische gegen theologische, metaphysische gegen metaphysische Argumente; kein einziger unmittelbar zwingender Grund vermochte dem neuen System Geltung zu verschaffen. Vor allen Dingen die Drehung der Erde mußte so lange ein ungelöstes Rätsel bleiben, bis das Trägheitsprinzip – erst von NEWTON endgültig formuliert – erklären konnte, warum man von ihr nichts merkte.<sup>4</sup>

KEPLERS Entscheidung für KOPERNIKUS – und damit auch für die Wahrnehmung und die Beobachtungsdaten als verbindliche wissenschaftliche Instanz – ist daher zunächst eher einem spontanen Akt als dem zwingenden Ende wie auch immer zu verstehender rationaler Überlegungen vergleichbar; und doch entstammte KEPLER einer gegenüber der ptolemäischen schon lange verwandelten geistigen Landschaft.

---

<sup>4</sup> Hier sei nur kurz an die wichtigsten Argumente des KOPERNIKUS erinnert: Die Sonne bewegt sich nicht, sondern steht still, weil Ruhe ihrer Göttlichkeit mehr entspricht als die dem Niedrigen zukommende Bewegung; die Rotation der Erde um ihre Achse ist die Folge ihrer Kugelgestalt und entspricht deren substantieller Form; so betrachtet ist die Rotation eine natürliche Bewegung der Erde, weswegen auch keine Fliehkräfte auf ihr feststellbar sind – denn diese treten nur bei gewaltsamer Bewegung auf; vor allem aber nehmen alle Dinge wegen ihrer „Erdigkeit“ an der Bewegung der Erde teil. – Man sieht, wie hier überall die Aristotelische Metaphysik entweder einfach umgedreht oder gegen sich selbst gerichtet wird. Besonders gern beruft sich KOPERNIKUS darauf, daß seine Theorie im Vergleich zu derjenigen des PTOLEMÄUS die einfachere sei. Dies ist jedoch nur sehr bedingt wahr. Wie schon erwähnt, ist KOPERNIKUS nämlich nicht mit 34 Epizyklen ausgekommen, sondern benötigte in Wahrheit 48. In seinem Buch „Galilée et la loi d’inertie“ (Paris 1939) hat ALEXANDRE KOYRÉ die Geschichte des Trägheitsproblems, wie es sich aus dem Kopernikanischen System ergab, ausführlich geschildert.

1. Eine wissenschaftstheoretische Analyse von  
Keplers „Astronomia Nova“

Das erste Scheitern KEPLERS bei dem Versuch, die Bahn des Mars zu berechnen, brachte ihn auf den Gedanken, sich zunächst mit der Bahn der Erde zu befassen.<sup>5</sup>

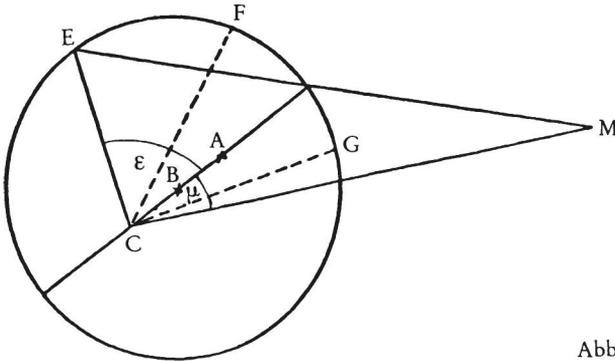


Abb. 1

Zu diesem Zwecke bestimmte er mit Hilfe einer von TYCHO BRAHE entworfenen Theorie die heliozentrische Stellung des Mars – M in Abb. 1 – und der Erde E zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t$ . Zur bloßen Veranschaulichung, wie diese Stellung gemessen wird, dienen die Winkel  $\epsilon$  und  $\mu$  zwischen dem jeweiligen Fahrstrahl und dem Durchmesser, auf dem AC liegt. Doch muß man im Auge behalten, daß Abb. 1 nicht diese von TYCHO angenommenen Bahnverhältnisse darstellen soll, sondern die erst mit Hilfe von TYCHOS Daten durch KEPLER errechneten.

<sup>5</sup> Der rein formale Teil meiner Ausführungen verwendet die Arbeiten von R. SMALL: *An Account of the Astronomical Discoveries of KEPLER* (A reprinting of the 1804 text), Madison 1963 und E. J. DIJKSTERHUIS: *Die Mechanisierung des Weltbildes* (vgl. Anm. 1, S. 98). Die Darstellungen in der „Astronomia Nova“ sind für die Zwecke des vorliegenden Textes zu umständlich. Auch sind die Gedanken KEPLERS in diesem Zusammenhang hier nur in ihren Hauptzügen wiedergegeben.

Heliozentrisch bedeutet hier freilich: bezogen auf einen Punkt C, der jedoch weder – wie schon TYCHO wußte – mit der Sonne – A in Abb. 1 – zusammenfiel, noch – wie zu vermuten war – den Mittelpunkt der Erdbahn (B) bezeichnete. Aber das letztere sollte sich erst herausstellen. Indem KEPLER die entsprechende auf die Erde bezogene Position (geozentrische Länge) des Planeten hinzunahm, konnte er die zugehörige Parallaxe EMC und den Winkel CEM berechnen.<sup>6</sup> Er erhielt so die relative Entfernung der Erde von C durch die Gleichung (Anwendung des Sinussatzes):

$$CE = CM \frac{\sin EMC}{\sin CEM},$$

wobei er  $CM = 100.000$  setzte. Nun wählte KEPLER einen zweiten Zeitpunkt  $t'$ , in dem Mars nach einem vollen Umlauf wieder an derselben Stelle angelangt war, während die Erde wegen ihrer Eigenbewegung eine andere Stelle – F in Abb. 1 – einnahm. Unter Anwendung derselben Methode errechnete KEPLER wieder die Entfernung der Erde von C (CF). Und schließlich wählte er einen dritten entsprechenden Zeitpunkt  $t''$  (sowie noch einen vierten, den wir hier unberücksichtigt lassen), ebenso eine dritte Position der Erde G und bestimmte CG. Das Ergebnis war, daß alle drei so gewonnenen Abstände voneinander abwichen. Daraus folgerte er, daß C nicht – wie vermutet – der Mittelpunkt desjenigen Kreises sein konnte, auf dessen Peripherie die drei Erdpositionen lagen. C mußte vielmehr den sog. Ausgleichspunkt (punctum aequans) darstellen, also denjenigen Punkt, um den sich die Erde mit gleicher Winkelgeschwindigkeit

---

<sup>6</sup> Die Parallaxenberechnung erfolgte nach einer von KOPERNIKUS benutzten Methode.

bewegt. Lag doch zwischen jeder der drei Stellungen jeweils ein Marsjahr und waren doch die Winkel, welche die Strecken CE und CF einerseits sowie CF und CG andererseits miteinander einschlossen, gleich.

Nun wollte KEPLER noch die Entfernung des Ausgleichspunktes C und der Sonne A vom Kreismittelpunkt B sowie die Lage der Apsidenlinie berechnen (also des Kreisdurchmessers, auf dem A, B und C liegen). AB ließ sich aber nur ermitteln, wenn die echte auf A bezogene heliozentrische Länge des Mars bekannt war (und nicht die vorhin zwar „heliozentrisch“ genannte, in Wahrheit aber auf C bezogene Länge); also konnte sich KEPLER diesmal nicht mehr auf TYCHOS Theorien stützen; kühn griff er auf seine eigene, bereits verworfene „hypothesis vicaria“ zurück, deren Fehler er durch grobe Annäherungsverfahren auszugleichen suchte. Das Endergebnis war: Auch die Erde durchläuft, ebenso wie der Mars, eine Kreisbahn mit geteilter Exzentrizität; auf deren Apsidenlinie liegen nämlich der Ausgleichspunkt C und die Sonne A in Abb. 1 in gleicher Entfernung vom Kreismittelpunkt und einander gegenüber.

Worauf beruhte aber am Ende diese Entdeckung? Sie beruhte auf zwei selbst KEPLER fragwürdigen Theorien – nämlich derjenigen TYCHOS (heliozentrische Position von Mars und Erde) und auf der von KEPLER mit solchem Pathos verworfenen „hypothesis vicaria“ –, einem groben Annäherungsverfahren, auf der der klassischen Philosophie entstammenden Annahme von der kreisförmigen Bewegung der Gestirne und schließlich auf den beinahe für unfehlbar gehaltenen Daten TYCHOS.

Diese fragwürdigen und dogmatischen Voraussetzungen hinderten ihn nicht, sogleich einen weiteren kühnen Schritt zu wagen, mit dem sich seine Abkehr von PTOLEMÄUS und sogar auch von KOPERNIKUS bereits klar ab-

zeichnete: Er verzichtete nämlich darauf, nach überlieferter Manier mit Hilfe des *punctum aequans* den Ausgleichskreis zu konstruieren, und versuchte stattdessen, in der Ungleichförmigkeit der Bahngeschwindigkeit der Erde um die Sonne ein Gesetz zu entdecken. Dabei fand er – wieder annäherungsweise –, daß die Geschwindigkeiten der Erde im Perihel und Aphel im umgekehrten Verhältnis zu den dortigen Entfernungen des Planeten von der Sonne stehen. Und dieses Minimum an empirischen Daten genügte ihm bereits, um es sogleich auf alle Bahnpunkte, ja auf alle Planeten zu extrapolieren, so daß er folgendes Gesetz aufstellte:

- 1) Alle Planeten bewegen sich auf Kreisen mit geteilter Exzentrizität, wobei die Sonne in einem der Exzentrizitätspunkte steht.
- 2) Die Geschwindigkeit eines Planeten ist umgekehrt proportional zu seiner Entfernung von der Sonne.

Diese zweite Behauptung ist das sogenannte Radiengesetz.

Hier ist nun nicht nur das Spekulative dieses Gesetzes bemerkenswert, sondern auch, daß KEPLER überhaupt so ein Gesetz suchte und eine Konstruktion des Ausgleichskreises ablehnte. Damit hat er bereits einen Teil des Platonischen Axioms aufgegeben – nämlich, daß sich die Sterne mit gleichförmiger Winkelgeschwindigkeit bewegen. Was ihn dabei leitete, war sein mystisches Verhältnis zur Sonne. Fiktive Punkte, um die sich die Gestirne bewegen sollen, waren für ihn Hirngespinnste. Es hatte ihn schon gestört, daß die Sonne im Kopernikanischen System nicht wahrhaft im Mittelpunkt stand (weswegen es ja auch nicht im strengen Sinne „heliozentrisch“ genannt werden kann)<sup>7</sup> und daß sie daher dort nur die die-

<sup>7</sup> Genau so wenig, wie das Ptolemäische System streng genommen geozentrisch war.

nende Rolle einer Lichtspenderin hatte. Für ihn war die Sonne das heilige Zentrum des Universums und innerweltlicher Ausdruck Gott-Vaters. Daher konnte nur von ihr jene Kraft ausgehen, welche die Planeten um sie herumwirbelte (diese Kraft brachte er mit dem Heiligen Geist, die Fixsterne mit dem Sohn in Zusammenhang). Es galt also, dieser Kraft auf die Spur zu kommen, und so mußten die Bewegungen der Planeten relativ zur Sonne und nicht relativ zu irgendwelchen imaginären Punkten im Weltraum untersucht werden.

Erst das Pathos des Heliozentrismus ermöglichte es daher KEPLER, so etwas wie das Radiengesetz zu suchen und zu finden, und nur seine im Renaissance-Humanismus begründete felsenfeste Überzeugung von der Erkennbarkeit der Konstruktionsprinzipien des Universums gab ihm den Mut, seinen kühnen Extrapolationen zu vertrauen und sie als Beweise anzusehen. Im Geiste dieser Philosophie fuhr er folgerichtig fort, wenn er das für die Aristoteliker ungeheuerliche Wagnis unternahm, das Radiengesetz zuerst mit dem Hebelgesetz, später aber mit GILBERTS Theorie des Magneten – und damit himmlische mit irdischen Bewegungen – in Zusammenhang zu bringen, wobei er auch in Kauf nahm, das Universum künftig nicht mehr „instar divini animalis“ – wie ein göttliches Lebewesen –, sondern „instar horologii“ – wie ein Uhrwerk – betrachten zu müssen.<sup>8</sup> Aber schließlich stützte er sich dann doch wieder bei seiner Hypothese über die Ursachen der Planetenbewegungen, die man

<sup>8</sup> „Scopus meus hic est, ut Caelestem machinam dicam non esse instar divinj animalis, sed instar horologii (qui horologium credit esse animatum, is gloriam artificis tribuit operj), ut in quae pene omnis motuum varietas ab una simplicissima vi magnetica corporalj, utj in horologio motus omnes a simplicissimo pondere.“ Brief Nr. 325, KEPLER an HERWART v. HOHENBURG vom 10. Febr. 1605, in: KEPLER: a. a. O. Bd. XV, „Briefe 1604–1607“, S. 146.

als eine Urform der Gravitationstheorie NEWTONS ansehen könnte, auf ARISTOTELES, indem er Ruhe und Bewegung absolut trennte (wäre nicht die Drehkraft der Sonne, so stünden, wie er meint, die Planeten wegen ihrer Trägheit [inertia] still). So verbaute er sich den Zugang zum Trägheitsprinzip und damit – wie wir heute wissen – zum wichtigsten Argument für die Kopernikanische Idee.

Nach diesen Überlegungen zur Himmelsmechanik kehrte er zur Theorie der Marsbewegung zurück. Betrachten wir nun Abbildung 2:

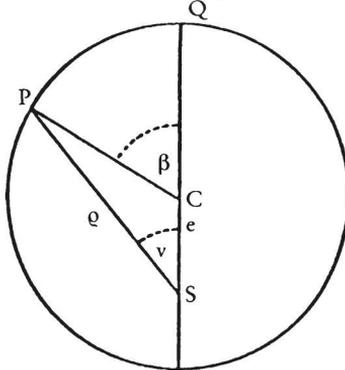


Abb. 2

Nach dem Radiengesetz ist die Geschwindigkeit eines Planeten in einem Punkte P auf seiner Kreisbahn mit dem Mittelpunkt C umgekehrt proportional zu seiner Entfernung  $\rho = PS$  von der Sonne S und folglich ist die für dieses Bahnelement verwendete Zeit zu PS proportional. Wie aber ließ sich diese Proportionalität exakt in eine Formel bringen? Eine direkte Beziehung zwischen der Zeit und dem Radius herzustellen schien unmöglich. Da erinnerte sich KEPLER an das sog. Archimedische Theorem, das für Kreise eine Beziehung von Flächen und Radien ausdrückt. Es besagt nämlich, daß die Fläche eines Kreissektors QCP im Grenzfall als Summe unendlich

vieler unendlich schmaler Dreiecke, deren Höhe der Kreisradius ist, betrachtet werden kann. Dies brachte KEPLER auf den Gedanken, die beim Durchlaufen von QP verstrichene Zeit nicht unmittelbar zu Radien, sondern zu Flächen, verstanden als Summen von Radien, in Beziehung zu setzen. Also übertrug er das Theorem des ARCHIMEDES bedenkenlos auf den Sektor QSP und gewann so ein zweifelhaftes Mittel, die Zeit, die beim Durchlaufen eines Bogens QP verstreicht, durch die Fläche QSP auszudrücken und damit wenigstens indirekt die Beziehung zwischen der Zeit und den Radien zu erfassen. Somit stellte er folgende Beziehung auf:

$$(1) \quad \frac{t}{T} \approx \frac{\frac{1}{2}\beta + \frac{1}{2}e \sin \beta}{\pi},$$

wobei  $t$  die für einen Bogen QP benötigte,  $T$  dagegen die Gesamtumlaufzeit darstellen. Setzt man nämlich  $r = 1$ , so sind die Fläche QCP =  $\frac{1}{2}\beta$ , die Fläche CSP =  $\frac{1}{2}e \sin \beta$  und  $\pi$  die Kreisfläche.

Aus (1) folgt:

$$(2) \quad 2\pi \frac{t}{T} \approx \beta + e \sin \beta.$$

$\beta$  ließ sich nun, wenn  $t$  bekannt war, berechnen (allerdings mit den KEPLER zur Verfügung stehenden Methoden nur angenähert).

Damit aber ließ er sich in der Gleichung

$$(3) \quad q = \sqrt{1 + e^2 + 2e \cos \beta},$$

die sich aus Abb. 2 mit Hilfe des Kosinussatzes ergibt, die Entfernung zwischen Planet und Sonne bestimmen. Endlich lieferte die Gleichung

$$(4) \quad q \cos v = e + \cos \beta,$$

die durch Ausnutzung der einfachen Kosinus-Beziehung zu gewinnen ist,  $v$  und damit die Position des Sternes zu einer gegebenen Zeit  $t$ .

Diese Überlegungen verwenden also erstens das Radiengesetz, wonach eine Beziehung zwischen der Zeit und dem Radius behauptet wird, zweitens eine Übertragung des sog. Archimedischen Theorems, nach dem die Fläche des Kreissektors im Grenzfalle mit Hilfe der Radien berechnet wird, auf den soeben bezeichneten ganz andersartigen Sektor QSP, wodurch die Beziehung zwischen der Zeit und dem Radius in eine solche zwischen der Zeit und einer Kreisfläche verwandelt wird. Das Radiengesetz aber war empirisch kaum gestützt, die bezeichnete Übertragung mathematisch unzulässig – und beides war KEPLER wohl bewußt. Hinzu kommt, daß in (1) bis (4) die Exzentrizität  $e$  eingeht, die er nur mit Hilfe der verworfenen „hypothesis vicaria“ gewonnen hatte.

So zeigt sich KEPLER auch in diesem Stadium wenig bekümmert um exakte und hinreichende empirische, mathematische oder theoretische Begründungen, obgleich doch diese nach dem eingangs angeführten Zitat zu erwarten gewesen wären. Daher verwundert es nun nicht mehr zu sehen, wie er schließlich den Rest des sog. Platonischen Axioms, nämlich die Annahme der Kreisförmigkeit der Planetenbahnen, mit einem Minimum an empirischer Abstützung verwirft, nachdem er bereits dessen eine Hälfte, und das war die Annahme der Gleichförmigkeit der Winkelgeschwindigkeiten der Planeten, aufgegeben hatte.

Zu diesem Schritt gelangte er bei dem neuerlichen Versuch, die Bahn des Mars zu bestimmen. Er bediente sich zunächst hierbei der bereits beschriebenen Methode, welche er schon für die Errechnung der Bahn der Erde benutzt hatte. Wie er dort von mehreren Erdpositionen

bei ein und derselben Marsstellung ausging, so hier von drei Marspositionen bei ein und derselben Stellung der Erde. Damit gewann er drei Entfernungen des Mars von der Sonne sowie die Winkel, die ihre Strecken miteinander einschließen. Durch zwar langwierige, an sich aber einfache Dreiecksberechnungen ermittelte er so dreimal die Lage der Apsidenlinie und die Größe der Exzentrizität der Sonne. Er mußte dabei feststellen, daß er jedesmal zu anderen Werten kam; daraus schloß er, daß die Marsbahn kein Kreis sein könne.

Diese revolutionäre Entscheidung fällt er folglich auf Grund derselben kühnen Voraussetzungen, die er schon bei der Berechnung der Erdbahn gemacht hatte. Benutzte er doch hier wie dort dieselbe Methode, stützte er sich doch auch hier auf die mit dieser bereits gewonnenen Resultate! TYCHOS Theorie, die „hypothesis vicaria“, der Glaube an TYCHOS Daten – dies alles bleibt nach wie vor der schwankende Boden, auf dem er steht.

So sehen wir denn diesen spekulativen Geist auch noch auf jenem letzten Stück Weges sich treu bleiben, wo er zu der Überzeugung gelangt, daß die Bahnen der Gestirne Ellipsen sind. Betrachten wir Abbildung 3:

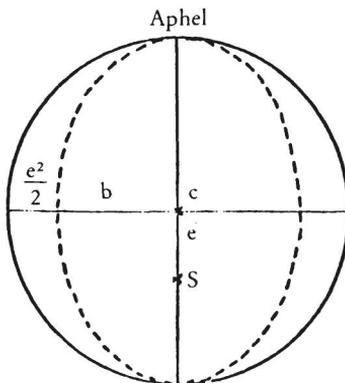


Abb. 3

Zuerst vermutete KEPLER nach dem Prinzip der Einfachheit, daß die Abweichung der Marsbahn vom Kreis durch die Beziehung  $b = 1 - e^2$  gegeben sei, wobei 1 der Betrag des Radius,  $e$  die Exzentrizität der Sonne und  $b$  eine Achse der wirklichen Bahn ist. Später kam er auf den Gedanken,  $b = 1 - \frac{e^2}{2}$  zu setzen.

Eines Tages aber machte er eine Entdeckung, die durch Abbildung 4 veranschaulicht sei (sie stellt die Marsbahn dar):

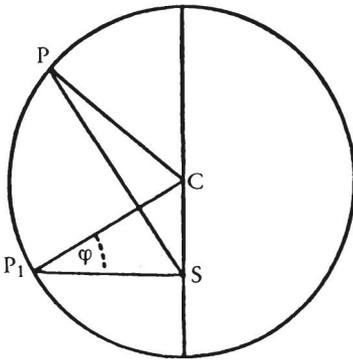


Abb. 4

Er bemerkte nämlich, daß (vgl. Abb. 4):

$$(5) \quad \frac{P_1C}{P_1S} = \frac{1}{\cos \varphi} = 1,00429.$$

Dabei ist  $\varphi$  der größte Winkel, welchen die Strecken  $P_1S$  (Planet-Sonne) und  $P_1C$  (Planet-Kreismitelpunkt) miteinander einschließen. Wenn man nur den für  $b$  angenommenen Wert in Rechnung stellt, so gilt:

$$\frac{r}{b} = \frac{1}{1 - \frac{e^2}{2}},$$

und da  $e \ll 1$ :

$$\frac{1}{1 - \frac{e^2}{2}} \approx 1 + \frac{e^2}{2};$$

$1 + \frac{e^2}{2}$  aber hat den Wert 1,00429 und stimmt daher mit dem rechtsstehenden Betrag in (5) überein.

„Als ich dies sah“, schreibt KEPLER, „war es mir, als ob ich aus dem Schlaf geweckt würde und ein neues Licht sähe, ...“<sup>9</sup>

Diese nur angenäherte und nur wegen der Kleinheit von  $e$  geltende Beziehung regte ihn sogleich zu einer neuen Spekulation an, die Abb. 5 verdeutlichen soll:

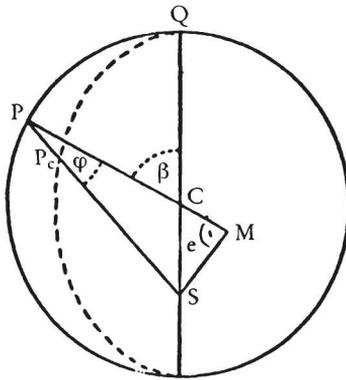


Abb. 5

Er vermutete nämlich, daß in Abb. 5 analog zu Gleichung (5) die Beziehung gelten könnte:

$$\frac{SP_c}{SP} \approx \cos \varphi.$$

Oder anders ausgedrückt, daß das Verhältnis der Entfernung zwischen der Sonne und dem Planeten auf der „wahren“ Bahn zu derjenigen zwischen Sonne und Planet auf der „fiktiven“ Kreisbahn analog sei demjenigen von  $r : b$  in Abb. 3.

<sup>9</sup> „Quem cum viderem esse 100429, hic quasi e somno expergefactus, et novam lucem intuitus, ...“ KEPLER: a. a. O. Bd. III; *Astronomia Nova*, Kap. LVI, S. 346. Dt. zitiert nach DIJKSTERHUIS: a. a. O. S. 355.

Nun ergibt sich mit  $r = 1$  aus Abb. 5:

$$\begin{aligned} SP \cos \varphi &= PM \\ \text{und } PM &= 1 + e \cos \beta. \end{aligned}$$

Demnach wird die Planetenbahn durch die Formel ausgedrückt:

$$(6) \quad SP_c \approx 1 + e \cos \beta.$$

Nach mühevoller Arbeit – „paene usque ad insaniam“ stellte KEPLER dann fest (man muß sich erinnern, daß der mathematische Apparat, der ihm zur Verfügung stand, noch recht primitiv war), daß die Gleichung (6) der Ausdruck einer Ellipse ist (was allerdings auch nur annähernd zutraf).

Wieder stoßen wir auf Vermutungen, Spekulationen, grobe Annäherungsmethoden; und schließlich erfolgt die Überprüfung der Gleichung (6) durch Vergleich der Werte von  $SP_c$  mit denjenigen, welche mit Hilfe der früher erarbeiteten und bereits kritisch analysierten Methoden der KEPLERSCHEN ENTFERNUNGSRECHNUNG gewonnen worden waren.

Betrachten wir jetzt abschließend noch einen Schritt KEPLERS anhand von Abb. 6:

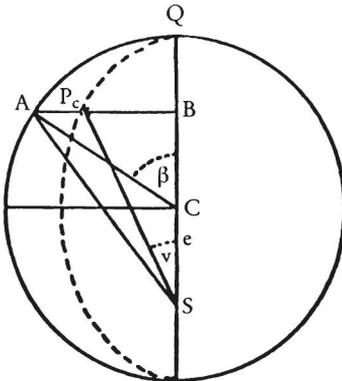


Abb. 6

Entsprechend der Formel (1) soll nun auch hier die Beziehung gelten:

$$(7) \quad \frac{t}{T} \approx \frac{SQP_c}{\pi b}$$

Das heißt, die Zeit  $t$ , welche der Planet benötigt, um den Ellipsenbogen  $QP_c$  zu durchlaufen, soll sich zur Gesamtumlaufzeit  $T$  verhalten wie die Fläche von  $SQP_2$  zur Fläche der Ellipse, wobei  $b$  die kleine Halbachse ist und die große Halbachse gleich 1 gesetzt ist. Nun nimmt KEPLER an, daß analog zu dem vorhin im Zusammenhang mit Abb. 4 und Abb. 5 Gesagten auch

$$(8) \quad \frac{SQA}{SQP_c} \approx \frac{1}{b}$$

Es gilt aber nach (1):

$$SQA = \frac{1}{2} (e \sin \beta + \beta).$$

Setzt man dies in (8) und (7) ein, so gewinnt man schließlich durch einfache Rechnung:

$$\frac{t}{T} \approx \frac{e \sin \beta + \beta}{2\pi}$$

Der entscheidende Schritt dieser Deduktion, nämlich (7) als ihr Ausgangspunkt, stellt also nichts anderes dar als eine erneute unzulässige Übertragung des Archimedischen Theorems, diesmal auf einen Sektor der Ellipse, dessen Spitze die in einem der Brennpunkte liegende Sonne darstellt.

Die beiden ersten Gesetze lassen sich also folgendermaßen zusammenfassen (siehe Gleichung (6)):

$$(9) \quad 2\pi \frac{t}{T} \approx \beta + e \sin \beta,$$

$$(10) \quad SP_c \approx 1 + e \cos \beta.$$

(10) besagt, daß sich ein Planet auf einer Ellipse bewegt, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht; (9), daß der Radius Sonne-Planet in gleichen Zeiten gleiche Flächen durchläuft.

Was nun den Mars betrifft, der ja Zentrum und Ausgangspunkt all dieser Überlegungen war, so ließen sich  $\beta$  und  $e$  in (9) nur mit der verworfenen (wenn auch verbesserten) „hypothesis vicaria“ bestimmen. Diese Hypothese wird also zur Berechnung von  $SP_c$  benutzt und das so gewonnene Ergebnis wieder mit Methoden überprüft (3 Marspositionen zur Stellung der Erde), in die ebenfalls diese Hypothese eingeht.

So also sieht die Begründung der beiden ersten KEPLERschen Gesetze aus, von denen man auch heute noch so oft behauptet, sie seien allein aus der Erfahrung gewonnen worden.

Vergleicht man übrigens KEPLERS Theorie mit derjenigen des PTOLEMÄUS, so schneidet die letztere keineswegs schlecht ab. Denn erstens gibt sie wegen der geringen Bahnexzentrizitäten der Planeten deren Bewegungen mit fast der gleichen Genauigkeit an wie diejenige KEPLERS (was freilich Merkur betrifft, so stellt er hier wie dort ein enfant terrible dar); zweitens gab es eine einleuchtende philosophische Begründung für das Platonische Axiom, wohingegen für KEPLER die elliptische Form der Planetenbahnen ein Rätsel bleiben mußte. Sein Versuch, sie aus Eigenbewegungen der Planeten herzuleiten, blieb ganz unbefriedigend. Dasselbe muß drittens von seinen Bemühungen gesagt werden, die bekannten Aristotelischen Argumente gegen die Rotation der Erde zu entkräften. Diese Bemühungen haben den Charakter typi-

scher ad-hoc-Hypothesen.<sup>10</sup> Das betretene Schweigen, mit dem seine „Astronomia Nova“ aufgenommen wurde, ist also keineswegs erstaunlich.

Diese Analyse der in der „Astronomia Nova“ verwandten Methoden und Beweise wird uns, wie sich zeigen wird, zu folgender Feststellung führen: Wenn KEPLER sich an bekannte wissenschaftstheoretische Lehren unserer Tage gehalten hätte, so hätte er seine beiden in ihrer Bedeutung kaum überschätzbaren Gesetze verwerfen müssen. Man kann dies an zwei einschlägigen Beispielen verdeutlichen: An POPPERS und LAKATOS' Methodenlehre sowie an CARNAPS Induktionslogik.

## 2. *Keplers „Astronomia Nova“ im Lichte der Wissenschaftstheorie Poppers und Lakatos'*

POPPERS methodisches Grundpostulat besagt, daß eine wissenschaftliche Theorie falsifizierbar sein muß. Erfolgt aber eine solche Falsifikation, so dürfe die Theorie nicht durch ad-hoc-Hypothesen oder sonstige Annahmen vor dem Scheitern gerettet werden. Er schreibt: „Fällt die Entscheidung positiv aus, werden die singulären Folgerungen anerkannt, verifiziert, so hat das System die Prü-

---

<sup>10</sup> KEPLER vermutet, daß die Erde infolge ihrer Anziehungskraft alle Körper in ihrer Richtung fortziehe. Diese Kraft denkt er sich durch zahllose Bande ausgeübt, die einen Kegel erfüllen. Er berührt die Erde, und an seiner Spitze befindet sich der angezogene Gegenstand. Die Resultante dieser Kräfte ist vertikal nach unten gerichtet, wodurch KEPLER zu erklären versucht, warum ein größerer Widerstand zu bemerken ist, wenn ein Körper emporgehoben, als wenn er seitlich verschoben wird. Damit bleibt es aber freilich wieder unbegreiflich, wieso dann eine der Rotation der Erde entgegengesetzte Bewegung eines irdischen Körpers ohne erhebliche Widerstände möglich ist.

fung vorläufig bestanden; wir haben keinen Anlaß, es zu verwerfen. Fällt eine Entscheidung negativ aus, werden Folgerungen falsifiziert, so trifft ihre Falsifikation auch das System, aus dem sie deduziert wurden.“<sup>11</sup>

Was bedeutet hier eine „Entscheidung“? Sie bedeutet, daß sog. Basissätze (worunter POPPER singuläre Es-gibt-Sätze versteht, also etwa: an der und der Raum-Zeit-Stelle befindet sich das und das)<sup>12</sup> entweder der Theorie widersprechen oder nicht. Doch es genügt nicht, die Theorie für falsifiziert zu erklären, wenn einzelne ihr widersprechen. „Das tun wir vielmehr erst dann, wenn ein die Theorie widerlegender Effekt aufgefunden wird; anders ausgedrückt: wenn eine (diesen Effekt beschreibende) empirische Hypothese von niedriger Allgemeinstufe, die der Theorie widerspricht, aufgestellt wird und sich bewährt. Eine solche Hypothese nennen wir fal-

---

<sup>11</sup> K. R. POPPER: *Logik der Forschung*, Tübingen <sup>2</sup>1966, S. 8.

<sup>12</sup> A. a. O. S. 67f. Es ist übrigens interessant, sich die Basissätze genauer anzusehen, welche bei KEPLER eine falsifizierende Rolle spielen. Es handelt sich hierbei zunächst um Daten, die jedoch teilweise aus Theorien errechnet sind und nicht unmittelbar beobachtet werden können (wie beispielsweise die heliozentrische Länge). Mit Hilfe dieser Daten bestimmt er nun andere, nämlich Entfernungen von Sternen, die Lage von Punkten im Weltraum usw. All dies kann ebenfalls mit Basissätzen ausgedrückt werden, die nicht Beobachtbares betreffen. KEPLER widerlegt nun gewisse Hypothesen, indem er beweist, daß sie mit den so gewonnenen Daten unvereinbar sind. Nun hat POPPER zwar ausdrücklich gefordert, daß Basissätze durch „Beobachtung“ intersubjektiv nachprüfbar sein sollen (a. a. O. S. 68), aber er hat gleich anschließend erklärt, „beobachtbar“ sei ein undefinierter Grundbegriff und es genüge festzuhalten, daß jeder Basissatz ein solcher über Lagebeziehungen zwischen physischen Körpern oder solchen „mechanistischen“ Basissätzen äquivalent sein muß (a. a. O. S. 68). Wenn also KEPLERS Basissätze mit dem, was POPPER darunter versteht, auch in Einklang zu bringen sein mögen, so machen sie doch deutlich, mit welcher Vorsicht das Wort „beobachtbar“ hier zu verwenden ist.

sifizierende Hypothese.“<sup>13</sup> Als Beispiel führt POPPER den Satz an: Im Tiergarten zu N lebt eine Familie von weißen Raben,<sup>14</sup> womit die allgemeine Behauptung, daß alle Raben schwarz sind, widerlegt wäre. In den meisten Fällen, so fügt er hinzu, habe man jedoch, bevor eine Hypothese falsifiziert werde, „eine andere auf Lager“; „denn das falsifizierende Experiment ist gewöhnlich ein experimentum crucis, das zwischen den beiden Hypothesen entscheiden soll.“<sup>15</sup> Hier wird also der Effekt, welcher falsifizieren soll, aus einer anderen, schon vorhandenen Hypothese abgeleitet. Entscheidungen solcher Art können allerdings grundsätzlich, da sie sich auf Basissätze stützen, mit diesen selbst immer wieder in Frage gestellt werden; doch macht man zweckmäßigerweise irgendwann halt und bleibt bei der Anerkennung. Daher führt POPPER auch die Regel ein: „ . . . daß wir einer durch intersubjektiv nachprüfbare Experimente . . . falsifizierten Theorie ein für allemal keinen positiven Bewährungswert mehr zuschreiben wollen . . . “<sup>16</sup>

Genau das Gegenteil aber tat KEPLER, als er die Ergebnisse bereits falsifizierter Theorien zur Aufstellung seiner

---

<sup>13</sup> A. a. O. S. 54.

<sup>14</sup> A. a. O. S. 54 Anm. 1.

<sup>15</sup> A. a. O. S. 54 Anm. 1. Es ist hier zu bemerken, daß für KEPLER ein experimentum crucis zwischen der Ptolemäischen und seiner Theorie wegen der geringen Bahnexzentrizität der Planeten nicht möglich war.

<sup>16</sup> A. a. O. S. 213. Die Apodiktizität dieser Regel, abgesehen davon, daß sich am Beispiel KEPLER zeigen wird, wie unvorteilhaft sie für den wissenschaftlichen Prozeß sein kann, steht auch in sonderbarem Widerspruch zu POPPERS ausdrücklicher Erklärung, Basissätze oder genauer Hypothesen von niedriger Allgemeinheitsstufe seien ihrerseits beständig weiter nachprüfbar und könnten keine Endgültigkeit beanspruchen. Folgt daraus nicht, daß – mit ihnen – auch das Falsifikationsurteil über eine Theorie wieder aufgehoben werden könnte?

eigenen verwandte und diese seine eigenen Theorien auch noch mit Hilfe solcher falsifizierter überprüfte. Aber noch in anderer Weise verstieß er klar gegen POPPERS Methodologie. Das Ausbleiben von Erscheinungen, welche die Erdrotation verraten könnten, betrachtete man damals als eine Falsifikation jeder Art Heliozentrismus, also auch des seinen. Und um dieser Falsifikation zu entgehen, versuchte er, was POPPER entschieden ablehnt:<sup>17</sup> nämlich seine Theorie durch eine ad-hoc-Hypothese zu retten, und auch noch durch eine solche höchst zweifelhafter Art, wie es seine Himmelsdynamik gewesen ist. Hätte er also nach POPPER gehandelt, so hätte er seine Theorie verwerfen müssen, und zwar „ein für allemal“. POPPER glaubt, KEPLERS Erfolg sei zum Teil dem Umstand zu verdanken, „daß die Hypothese, von der er ausging (die Kreishypothese), verhältnismäßig leicht falsifizierbar war“<sup>18</sup>. Er hat dabei insofern recht, als er sich mit dem Ausdruck „verhältnismäßig leicht“ darauf bezieht, daß die Kreishypothese „dreidimensional“ ist („sie kann erst durch den vierten singulären Satz des betreffenden Feldes bzw. durch den vierten Punkt in der graphischen Darstellung falsifiziert werden“)<sup>19</sup>, während die Ellipsenhypothese „fünfdimensional“ ist („da sie erst durch den sechsten singulären Satz bzw. durch den sechsten Punkt in der graphischen Darstellung falsifiziert werden kann“)<sup>20</sup>. Und doch wird mit dieser Betrachtungsweise eher verschleiert, wie fragwürdig die Falsifikation der Kreishypothese gewesen ist, die ja, wie sich zeigte, auf zweifelhaften Prämissen beruhte. Das Beispiel KEPLER offenbart also nicht nur, wie schwie-

<sup>17</sup> A. a. O. S. 16, 48–51.

<sup>18</sup> A. a. O. S. 93.

<sup>19</sup> A. a. O. S. 92.

<sup>20</sup> A. a. O. S. 92.

rig es sein kann, falsifizierende Basissätze anzuerkennen (eine Schwierigkeit, die POPPER m. E. nicht hinreichend gewürdigt hat)<sup>21</sup>, sondern auch noch dies, daß es keineswegs vorteilhaft für die Wissenschaft sein muß, einer solchen Anerkennung, ist sie überhaupt erst erfolgt, schon die Verwerfung der hierdurch falsifizierten Theorie folgen zu lassen.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> POPPER sieht, daß uns nichts zwingen kann, bei bestimmten Basissätzen stehen zu bleiben und daß daher jeder Basissatz wieder überprüft werden kann. Da einem also nichts anderes übrig bleibt, als an irgendeiner Stelle vorläufig haltzumachen, so geschehe das am besten dort, wo die Nachprüfung „leicht“ ist. Er schreibt: „Sollte eines Tages zwischen wissenschaftlichen Beobachtern über Basissätze keine Einigung zu erzielen sein, so würde das bedeuten, daß die Sprache als intersubjektives Verständigungsmittel versagt. Durch eine solche Sprachverwirrung wäre die Tätigkeit des Forschers ad absurdum geführt; wir müßten unsere Arbeit am Turmbau der Wissenschaft einstellen“. (a. a. O. S. 70) – Die Frage ist nun freilich, ob es überhaupt ein objektives Kriterium für den Ausdruck „leichte Nachprüfung“ gibt. Basissätze drücken eben wegen ihrer Theorieabhängigkeit keine absoluten Tatsachen aus, die absolute Richtsprüche erzwingen könnten. In der Regel wird die Anerkennung eines falsifizierenden Basissatzes ein recht komplexer, verwickelter und keineswegs unproblematischer Vorgang sein. Die Wissenschaft wird deswegen ihre Tätigkeit nicht einstellen – und dies mit Recht. Denn die Forderung nach einer Einigkeit unter den Wissenschaftlern ist dogmatisch.

<sup>22</sup> Hätte KEPLER zwischen seiner und anderen damals vorliegenden Theorien mit POPPERS Mittel des Grades der Prüfbarkeit entscheiden können? Dann hätte er die Kreishypothese wegen ihrer niedrigen Dimensionen (worunter POPPER, wie erwähnt, die Zahl der Parameter versteht, durch welche eine Theorie noch nicht falsifizierbar ist) vorziehen müssen. Aber dieses Entscheidungskriterium hätte ihm auch gar nichts genützt (das andere, nämlich das Teilklassenverhältnis ist hier nicht anwendbar), weil ja längst alle fraglichen Theorien bereits falsifiziert waren (die seine eingeschlossen). Und so ist es immer. Theorien werden nicht wie Autos vor dem Rennen aufgestellt, so daß man erst ihren Wert abschätzen und es dann mit einer versuchen kann; sondern sie sind immer schon im Rennen und zeigen alle von Anfang an ihre mehr oder weniger großen Mängel.

Bisher wurde KEPLERS Methodologie nur mit der heute eher klassisch genannten des POPPERIANISMUS verglichen. Am Endergebnis ändert sich indessen nichts, wenn man die Verbesserungen heranzieht, die LAKATOS an der letzteren vorgenommen hat.

Seiner Meinung nach gibt es eine allgemeine Regel, die man anwenden muß, will man entscheiden, ob eine Reihe von Theorien fortschrittlich ist oder nicht. (Wobei er ganz recht hat, von einer Reihe und nicht von einzelnen Theorien zu sprechen, weil in der Tat jede Theorie mit verschiedenen anderen verknüpft ist.) Er schreibt: „Wir wollen eine Reihe von Theorien *theoretisch fortschrittlich* nennen . . . , wenn jede neue Theorie die vorangegangenen in ihrem empirischen Gehalt übertragt, wenn sie also einige neue, bisher unentdeckte Tatsachen vorhersagt. Wir wollen eine Reihe von Theorien *empirisch fortschrittlich* nennen . . . , wenn etwas von dem überragenden empirischen Inhalt auch bestätigt wurde, wenn uns also jede Theorie zur wirklichen Entdeckung irgendeiner *neuen* Tatsache führt. Wir wollen schließlich eine Problemsicht *fortschrittlich* nennen, wenn sie sowohl theoretisch wie empirisch fortschrittlich ist und *degenerierend*, wenn sie es nicht ist.“<sup>23</sup>

Wieder müssen wir feststellen, daß KEPLER seine eigenen Theorien zurückgewiesen hätte, wäre er LAKATOS' Regeln gefolgt.

KEPLER konnte zwar seiner Meinung nach einige neue, bisher unbekannte Tatsachen vorhersagen; aber andererseits vermochte er, wie gesagt, weit mehr Tatsachen *nicht* zu erklären, die in vollständigem Einklang mit der Ptole-

---

<sup>23</sup> I. LAKATOS: Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes, in: I. LAKATOS, S. MUSGRAVE (Hrsg.): *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge 1970, S. 118.

mäischen Astronomie und der Aristotelischen Physik standen. Hierzu gehören insbesondere alle jene Erscheinungen, die infolge des noch nicht entwickelten Trägheitsprinzips gegen die Rotation der Erde sprechen. Daher können wir nicht sagen, daß seine Theorie im Vergleich zu den ihr vorangegangenen Theorien einen überragenden empirischen Gehalt hatte.

Aber das ist noch nicht alles. Selbst die Bestätigung der von KEPLER vorausgesagten Tatsachen war außerordentlich fragwürdig, wie hier gezeigt wurde. So haben wir ja z. B. gesehen, daß KEPLER zur Berechnung der Marsbahn die *hypothesis vicaria* benötigt und daß er die damit gewonnenen Ergebnisse wieder mit Methoden prüft, die ebenfalls auf dieser Hypothese beruhen. Nun war sich KEPLER dieser Schwächen wohl bewußt und folglich machte er noch weitere Annahmen mehr metaphysischer und theologischer Art, worauf gleich zurückzukommen sein wird. Kann LAKATOS' Regel dabei helfen, wenn wir entscheiden wollen, ob alle diese Voraussetzungen annehmbar sind?

Offensichtlich ist der Ausdruck „Vorhersage einer Tatsache“ nicht so klar und einfach, wie LAKATOS denkt. Können wir jede Vorhersage als einen theoretischen Fortschritt betrachten, nämlich selbst dann, wenn die Gründe für diese Vorhersagen sehr kühn, fragwürdig oder gar verrückt sind? War nicht gerade *dies* fraglich, ob KEPLERS Voraussagen überhaupt annehmbar sind, besonders insofern, als er für sie auch noch die Metaphysik und die Theologie bemühte? Und war nicht aus ganz denselben Gründen gerade *dies* fraglich, ob KEPLERS empirische Prüfungen und Bestätigungen anerkannt werden können? Nicht darum geht es ja in Wahrheit, ob Voraussagen gemacht und Tatsachen überprüft werden, sondern ob die *Gründe* für diese Voraussagen und die *Voraussetzun-*

gen für diese Prüfungen einleuchtend sind. Aber darüber sagt LAKATOS' Regel nichts aus.

Stellen wir uns einmal vor, LAKATOS wäre ein Großinquisitor zu KEPLERS Zeit gewesen, der den wissenschaftlichen Fortschritt seiner eigenen Regel gemäß überwachen soll. Nehmen wir an, daß er KEPLER verhört hätte und stellen wir uns den folgenden Dialog vor:

LAKATOS: Kannst du uns einen empirischen Gehalt vorweisen, der denjenigen der Theorien deiner Vorgänger übersteigt?

KEPLER: Ein wenig davon kann ich zwar zeigen, aber PTOLEMÄUS und ARISTOTELES übertreffen mich in dieser Beziehung um ein Vielfaches.

LAKATOS: Kannst du einige neue Tatsachen vorhersagen?

KEPLER: Jawohl, wenn du meine Gründe für diese Vorhersagen teilst und wenn du ferner meine Voraussetzungen dafür anerkennt, die für die Bestätigung dieser Tatsachen gemacht werden müssen.

LAKATOS: Welche Voraussetzungen hast du gemacht?

KEPLER: Sehr zweifelhafte, soweit ich mich auf die ausschließlich astronomischen beziehe.

LAKATOS: Anathema.

KEPLER: Gestatte mir bitte ein letztes Wort. Ich habe zwei Voraussetzungen gemacht, die ich für entscheidend ansehe und an die ich mit ganzem Herzen glaube: Die erste ist, daß KOPERNIKUS recht haben muß, weil seine Beschreibung der Welt im Wesentlichen sehr viel einfacher ist als die anderen und weil sie folglich dem menschlichen Geist und der göttlichen Gerechtigkeit angemessener ist. Die zweite ist, daß es widersprüchlich ist, die Erde als den Mittelpunkt des Universums und gleichzeitig als den Ort der Sünde anzusehen. Daher glaube ich, daß die Sonne der Stern ist, um den sich alle anderen drehen. Und indem

ich *dies* voraussetze, gibt alles andere, wie zweifelhaft es für sich sein mag, einen vernünftigen Sinn.

LAKATOS: All dies hat keinerlei wissenschaftlichen Wert. Daher noch einmal: Anathema.

So also hätte der arme KEPLER, wäre er LAKATOS' Regel gefolgt, seine eigene Theorie widerrufen müssen.<sup>24</sup>

### 3. Keplers „*Astronomia Nova*“ und Carnaps Induktionslogik

Betrachten wir nun KEPLERS Theorie im Lichte von CARNAPS Induktionslogik. Diese Logik hat zum Ziel, den Bestätigungsgrad einer Hypothese (h) auf Grund vorliegender Gegebenheiten (e) zu bestimmen. Ihre elementaren Aussagen haben daher die Form:

$$c(h,e) = r,$$

wobei c den Bestätigungsgrad (degree of confirmation) darstellt und r einen Zahlenwert zwischen 0 und 1 besitzt.

Nun ist allerdings diese Induktionslogik nur für Sprachen entwickelt, die im Vergleich zu derjenigen der KEPLERSchen Theorie primitiv sind. Aber damit ist die Frage, ob KEPLER diese Logik hätte anwenden können – und wenn, was ihm das genutzt hätte – keineswegs erledigt. Denn CARNAP hat ausdrücklich die Vereinfachungen und Idealisierungen, derer er sich bediente, als unvermeidliche Übel bloß des Ausgangspunktes angesehen. Später könne man allmählich immer kompliziertere in-

---

<sup>24</sup> Vgl. I. LAKATOS: *History of Science and its Rational Reconstructions*, in: R. C. BUCK und R. S. COHEN (Hrsg.): *Boston Studies in the Philosophy of Science* 1971, S. 22. Dort sagt LAKATOS, was mit Theorien zu geschehen habe, die man nach seinen Regeln nicht anerkennen kann.

duktionslogische Systeme aufbauen und dann auch für physikalische Theorien und Hypothesen Bestätigungsgrade finden. Die primitive Konstruktion sei als eine mehr oder weniger grobe „Approximation“ an die kompliziertere anzusehen.<sup>25</sup> Was sich so als praktisch schwierig erweisen mag, sei deswegen noch keineswegs theoretisch unmöglich.

In diesem Zusammenhang muß wohl auch CARNAPs Behauptung verstanden werden, daß „alle Wissenschaftler angenähert die gleiche induktive Methode benutzen“ und daß „diese dicht bei der Stern-Methode liegt“ (womit eine bestimmte Auswahl aus den möglichen Bestätigungsverfahren der Induktionslogik gemeint ist, die CARNAP mit „c“ bezeichnet).<sup>26</sup>

Wenn nun noch kein formales System existiert, das es ermöglichte, die Bestätigungsgrade der KEPLERSchen Hypothesen und Gesetze exakt zu errechnen, so läßt sich doch leicht erkennen, daß deren Wert sehr gering sein müßte, errechnete man ihn in einem analogen, auf die primitiven Verhältnisse der Sprachen der Induktionslogik übertragenen Fall. Wir fanden KEPLERS Hypothesen empirisch sehr schwach gestützt; wir fanden – mit den Begriffen der Induktionslogik gesprochen – „Vorausageschlüsse“ der kühnsten Art (von einigen Planeten auf alle, von zwei Bahnelementen auf die gesamte Bahn

---

<sup>25</sup> R. CARNAP: Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit, bearbeitet von W. STEGMÜLLER, Wien 1959, S. 84 f. (im folgenden wird dieses Werk mit I. L. bezeichnet).

<sup>26</sup> P. A. SCHILPP (ed.): The Philosophy of RUDOLF CARNAP, The Library of Living Philosophers, Vol. XI. London 1963, S. 980 (im folgenden als Phil. of C. bezeichnet). Genau genommen handelt es sich dort allerdings nicht um CARNAPs, sondern um BURKS' Behauptung, der CARNAP ausdrücklich zustimmt.

usw.);<sup>27</sup> wir fanden, daß Überprüfungen – induktionslogisch „e“ – Hypothesen enthalten, die ihrerseits Teil der durch die Überprüfung zu kontrollierenden Hypothese „h“ waren, usw. Betrachtet man also die auf primitive Sprachen und Verhältnisse gemünzte Induktionslogik CARNAPS als Modell – und dazu hat man, wie soeben gezeigt wurde, ein Recht –, so muß man daraus schließen, daß es KEPLER, hätte er diese Logik gekannt und als für sich verbindlich betrachtet, kaum hätte wagen dürfen, seine beiden ersten Gesetze aufzustellen und zu vertreten.

Dem scheint zu widersprechen, daß CARNAP ausdrück-

---

<sup>27</sup> Man könnte zunächst meinen, es handle sich bei dem Schluß, welcher dem Radiengesetz zugrunde liegt, induktionslogisch um einen Allschluß (nämlich von der Geschwindigkeit der Planeten als Funktion ihrer Entfernung von der Sonne in zwei Fällen auf eine allgemeine solche Funktion für alle Fälle, also auf ein allgemeines Gesetz). Die Schwierigkeit ist, daß nach CARNAPS Induktionslogik in diesem Falle  $c^*(h,e) = 0$  wäre (vgl. hierzu I. L., S. 226). Die Einwände, die dagegen erhoben wurden (denn hieße das nicht, daß dann überhaupt kein Naturgesetz bestätigt werden könnte?), suchte CARNAP dadurch zu entkräften, daß er den praktischen Sinn solcher Gesetze anders deutete. Wenn jemand ein Gesetz aufstellt, so meint er nach CARNAP damit nicht, daß es in unendlich vielen möglichen Fällen gelten werde (in unserem Fall in allen Bahnpunkten), sondern nur in einer, der menschlichen Begrenztheit und den praktischen Zwecken angepaßten endlichen Menge (in für uns hinreichend vielen Bahnpunkten). Meiner Meinung nach bedeutet dies, daß dann Allschlüsse der bezeichneten Art als Voraussageschlüsse interpretiert werden müssen, also als Schlüsse von einer beobachteten Stichprobe auf eine andere (nicht beobachtete). (Die weiteren induktiven Möglichkeiten, der direkte Schluß, der Analogieschluß und der inverse Schluß, kommen hier nicht in Betracht.) Für Voraussageschlüsse aber gilt nach CARNAP die Formel:

$$c^*(h,e) = c^*(h,e') = \frac{\prod_{i=1}^r (s_i + s'_i + w_i - 1)}{\binom{s + s' + \mu - 1}{s'}}$$

Vgl. hierzu I. L., S. 226.

lich vor einer Identifizierung von induktionslogischen und methodologischen Aussagen gewarnt hat.<sup>28</sup> Die Bestimmung des Bestätigungsgrades als solche besage noch nichts über die Frage der Annahme oder Verwerfung von Hypothesen, denn diese Frage gehöre zur Methodologie. Wenn beispielsweise die Wahrscheinlichkeit, beim Lotto überhaupt etwas durch eine bestimmte Nummer zu gewinnen, winzig klein ist, so ist es deswegen ja doch nicht unvernünftig, auf diese Nummer zu setzen. Zu der Bestimmung des Bestätigungsgrades müssen also offenbar noch andere Gründe hinzukommen, wenn über eine Hypothese entschieden werden soll. Diese Gründe werden von CARNAP, da sie ja nicht eigentlicher Gegenstand seiner Induktionslogik sind, nur vage mit Worten wie „gewisse Zwecke“<sup>29</sup>, „Situationen des Lebens . . . , in denen beobachtet, geurteilt, geglaubt wird“<sup>30</sup>, „nichtlogische Faktoren“<sup>31</sup> usw. angedeutet.

Aber wenn auch Induktionslogik und Methodologie nicht dasselbe sind, so sollen sie doch auf der anderen Seite nach CARNAPS eigener Auffassung in einer Beziehung zueinander stehen. So sagt CARNAP ja selbst, „die Methodologie . . . entwickelt Verfahren, um die Ergebnisse der induktiven Logik für gewisse Zwecke zu verwerten“<sup>32</sup>. Andererseits hindere die induktive Logik den Wissenschaftler nicht, außerlogische Faktoren für seine Entscheidungen heranzuziehen, ja sie erleichtere ihm im Gegenteil sogar diese Aufgabe.<sup>33</sup> In der Tat – welchen Sinn sollte denn die induktive Logik haben, wenn nicht den,

---

<sup>28</sup> Phil. of C., S. 972 f., 986.

<sup>29</sup> Phil. of C., S. 972 f., 986.

<sup>30</sup> A. a. O. S. 86.

<sup>31</sup> A. a. O. S. 87.

<sup>32</sup> A. a. O. S. 80.

<sup>33</sup> A. a. O. S. 97.

dem Wissenschaftler irgendwelche Richtlinien sowohl für seine theoretischen Entscheidungen wie für sein praktisches Handeln zu vermitteln? Diese „Logik“ kann nicht in selbstgenügsamer Weise schon darin ihre Rechtfertigung finden, daß sie eben überhaupt erst einmal so etwas wie die „wahre“, „reine“ induktive Beziehung zwischen zwei Sätzen, e und h, ausmacht, wobei es dann eine für diese Beziehung rein äußerliche Frage wäre, wie sie praktisch zu verwenden sei. Denn entgegen der eigentlichen, der deduktiven Logik, haben ihre Aussagen ja gar keine Geltung an sich; vielmehr sind schon ihre Axiome so ausgewählt, daß sie dem Wissenschaftler bei seiner Forschung theoretische und praktische Richtlinien geben kann, daß sie den allgemeinen Methoden der Wissenschaftler adäquat ist.<sup>34</sup> Auch wenn man – mit CARNAP – zugibt, daß Induktionslogik und Methodologie nicht dasselbe sind, so wird man doch andererseits – ebenfalls mit ihm – fordern müssen, daß beide nicht allzu stark auseinanderklaffen dürfen und die induktive Logik für die Methodologie eine Stütze sein muß. Wenn es Fälle gibt – wie der KEPLERSche –, in denen sich die Methodologie um die Induktionslogik gar nicht mehr kümmert (weil sie sich über deren Resultate hinwegsetzt), so ist das eben ein Einwand gegen diese „Logik“. So hat denn auch CARNAP seine vorhin erwähnte Warnung mehrfach wieder eingeschränkt. Er ist überzeugt, daß die Wissenschaftler sich verhalten, als ob sie sich nach numerischen Werten von Bestätigungsgraden richteten (auch wenn dies nicht explizit der Fall ist), z. B. indem sie bereit sind, gewisse Summen in bestimmte Forschungsprojekte, Experimente usw. zu investieren.<sup>35</sup> In gleicher Weise hat STEGMÜLLER

---

<sup>34</sup> Phil. of C., S. 978.

<sup>35</sup> A. a. O. S. 990.

methodische Ziele vor Augen, wenn er – offenbar mit Billigung von CARNAP – davon spricht, daß eine Aussage über induktive Wahrscheinlichkeit uns zu vernünftigem Handeln führen könne;<sup>36</sup> daß die induktive Logik den Wissenschaftler bei der Wahl von Hypothesen beeinflusst, wenn sie ihn dabei auch nicht ausschließlich bestimmt;<sup>37</sup> daß sie ihm dazu ver helfe, mit Einsicht und nicht blind Entscheidungen zu treffen.<sup>38</sup> Die Induktionslogik sagt uns, in welchem Grad eine Hypothese durch Gegebenheiten gestützt wird – die Methodologie muß diese Information als Teil eines größeren Begründungszusammenhangs verwenden können.

Schließlich hat CARNAP die strenge Scheidung von Induktionslogik und Methodologie vor allem für rein praktische Entscheidungen (wie z. B. bei Wetten) behauptet, während er keinen allgemeinen Einwand gegen deren enge Verknüpfung für den theoretischen Bereich erhob.<sup>39</sup> Eine empirisch schwach oder schlecht bestätigte Hypothese schien ihm eben kaum geeignet, theoretisch akzeptiert zu werden.

Bei Verwertung einer induktionslogischen Analyse hätte also KEPLER eher zu einer Ablehnung seiner Theorie ge-

---

<sup>36</sup> I. L., S. 8.

<sup>37</sup> A. a. O. S. 10.

<sup>38</sup> A. a. O. S. 10.

<sup>39</sup> Phil. of C., S. 973. Trotz der Scheidung von Induktionslogik und Methodologie hat jedoch CARNAP ausführlich fünf Regeln diskutiert, nach denen praktische Entscheidungen auf Grund induktionslogischer Überlegungen zu treffen sind. Vier Regeln hat er wegen ihrer nur sehr begrenzten Gültigkeit verworfen; eine fünfte aber als akzeptabel bezeichnet. Sie lautet: „Unter den möglichen Handlungsweisen wähle man diejenige, für die die Schätzung des resultierenden Nutzens ein Maximum ist.“ (Vgl. den Abschnitt der I. L., S. 108–124.)

langen müssen; mindestens hätte er sie als sehr zweifelhaft ansehen müssen.

Mir ist entgegnet worden, es handle sich bei KEPLER nur um ein erstes hypothetisches, versuchsweises Aufstellen einer Theorie, einer Theorie im Anfangsstadium; die Induktionslogik könne aber nur auf ausgereifte Theorien, wie z. B. die klassische Mechanik, die Strahlenoptik usw., angewendet werden. Aber die Induktionslogik betrifft jede Beziehung von  $e$  und  $h$  (die sie als eine logische ansieht), und diese ist immer methodologisch verwertbar, wenn mit  $e$  jede zur Verfügung stehende Information verwertet wurde. KEPLER hätte sich also mit Recht auf sie stützen können. Was aber ist ferner eine ausgereifte Theorie? Wer weiß, wie die Entwicklung weitergeht und in welchem Lichte eine in irgendeiner Gegenwart akzeptierte Theorie in hundert Jahren erscheinen wird? KEPLER jedenfalls verstand seine Ergebnisse nicht als ersten hypothetischen Versuch, sondern als so „fertig“, wie sie nur sein können, nämlich als gestützt auf das verarbeitete astronomische Gesamtwissen seiner Zeit. Es ist immer ein Jetzt und Hier, in dem sich der Forscher entscheiden muß, und immer nur in einer solchen Situation muß ihm die Induktionslogik helfen können – oder sie hilft ihm niemals.

#### *4. Der mangelnde Sinn für das Historische bei Popper und Carnap*

Aus den vorangegangenen Untersuchungen ergibt sich, daß der allgemeine Wert von CARNAPs Induktionslogik für wissenschaftliche Entscheidungen fraglich und POPPERS Falsifikationsmethode keineswegs stets die zweckmäßigste ist. Wir sehen KEPLER gegen alle diesen Denker



KEPLERS Gang gleicht dem eines Nachtwandlers, den nur sein Glaube führt, der sich durch nichts irre machen läßt, obgleich er überreichlich Anlaß dazu gehabt hätte. Aber nachdem er endlich ans Ziel gelangt war und eine ganz neue Konzeption entwickelt hatte, stand er vor noch größeren Schwierigkeiten als am Anfang. Denn was war am Ende dem menschlichen Geiste – vergleicht man die „Astronomia Nova“ mit dem System des PTOLEMÄUS – von der ihm angeblich einsichtigen Konstruktion des Weltalls begreiflicher geworden? Ich sagte schon, die elliptische Form der Planetenbahnen machte seine Zeitgenossen – und ja auch ihn – ratlos.

Aber wie dem auch sei: Wir sehen KEPLER von neuen Festsetzungen ausgehen, wir sehen ihn einen neuen Rahmen entwerfen, in den alles gestellt, in dem alles gesehen werden soll, der aber historisch kontingent und nicht etwa der Natur entnommen ist.

Die entscheidende Schwäche einer Wissenschaftstheorie von der Art POPPERS oder CARNAPS scheint mir also darin zu liegen, daß sie bei aller Verschiedenartigkeit der Schulen und Denker doch im allgemeinen unhistorisch verfährt. So fehlt auch den meisten zeitgenössischen Versuchen der Wissenschaftstheorie das Verständnis für die den jeweiligen Wissenschaftsbereich übersteigenden geschichtlichen Grundlagen des wissenschaftlichen Fortschritts. Dieses Verständnis zu wecken, bedarf es des Studiums der Geschichte der Wissenschaft. Das Beispiel KEPLERS zeigt deutlich, daß ein solches Studium, wie schon im vorigen Kapitel erklärt wurde, ein Korrektiv für allzu schnelle methodische Postulate und Verallgemeinerungen bietet.

Man hat bisher ausgerechnet KEPLER und den Übergang von ihm zu NEWTON als geradezu klassisches Beispiel für eine der hier vorgetragenen entgegengesetzte Meinung

angeführt. Gerade mit ihm wollte man zeigen, daß gewisse allgemein feststehende Methoden sowie hinreichendes und relevantes empirisches Material die Physik in die Lage versetzen, gleichsam selbstgenügsam fortzuschreiten; daß mithin die Beobachtung der Natur mit Hilfe dieser Methoden genüge, dagegen die Geschichte und insbesondere die Geistesgeschichte für diesen Fortschritt ohne jede Bedeutung seien. Und so behauptete man also, KEPLER habe seine Gesetze rein empirisch gewonnen, und das Gravitationsgesetz NEWTONS sei aus ihnen durch induktive Generalisation hervorgegangen.

Wie wir jedoch erstens gesehen haben, sind KEPLERS Gesetze keineswegs als empirische Tatsachen zu betrachten, sondern als sehr problematisch begründete Hypothesen. Zweitens sind diese Gesetze rein kinematisch, Masse und Kraft kommen in ihnen nicht vor; also kann von ihnen nicht auf ein allgemeines dynamisches Gesetz, wie es dasjenige der Gravitation ist, durch induktive Generalisation geschlossen werden. Drittens und vor allem aber widersprechen KEPLERS Gesetze streng genommen der NEWTONSchen Mechanik. Denn nach dieser ziehen sich die Massen gegenseitig an, drehen sich also um den Schwerpunkt des Gesamtsystems, der nicht mit dem Zentrum der Sonne zusammenfällt; nach KEPLER aber steht die Sonne starr im Brennpunkt der Bahnellipse. Die angeblich empirische Tatsache, von der NEWTON seinen Ausgang genommen haben soll, wird also von ihm geändert, und zwar im Lichte einer neuen, dynamischen Deutung, deren Spontaneität auf eine veränderte philosophische Grundeinstellung, auf historisch gewandelte Festsetzungen im Sinne des vorangegangenen Kapitels hindeutet.

KEPLER und der Übergang zu NEWTON werden daher – entgegen der üblichen Auffassung – nicht einer unhisto-

risch, sondern im Gegenteil eher einer historisch eingestellten Wissenschaftstheorie als Argument dienen können.<sup>40</sup>

Zum Abschluß sei dies gesagt: Wissenschaftstheorie ohne Wissenschaftsgeschichte ist leer; Wissenschaftsgeschichte ohne Wissenschaftstheorie ist blind. Dies sollte das vorliegende Beispiel verdeutlichen.

---

<sup>40</sup> An dieser Stelle sei noch auf LAKATOS' sonderbare Auffassung erinnert, daß wenigstens im Rückblick (by hindsight) festgestellt werden könne, ob eine Theorie, in diesem Falle diejenige KEPLERS, fortschrittlich gewesen sei. Aber wir können doch höchstens sagen, für NEWTON war KEPLER dadurch fortschrittlich, daß er dessen Ergebnisse umdeutete. Zudem: Was nützen uns Regeln, die wir nur im Rückblick verwenden können?

## VI. Ein weiteres Beispiel: Die geistesgeschichtlichen Grundlagen der Quantenmechanik

Im Jahre 1935 veröffentlichte EINSTEIN zusammen mit PODOLSKY und ROSEN einen Aufsatz von inzwischen fast klassischer Bedeutung, in dem er nachzuweisen suchte, daß die Quantenmechanik nicht vollständig ist.<sup>1</sup> Seiner Meinung nach ist eine Theorie vollständig, wenn „jedes Element der physikalischen Wirklichkeit ein Gegenstück in der physikalischen Theorie hat“<sup>2</sup>. Aber was bedeutet „physikalische Wirklichkeit“? EINSTEIN schreibt: „Wenn wir mit Sicherheit den Wert einer physikalischen Größe voraussagen können, ohne in irgendeiner Weise ein System zu stören, dann gibt es ein Element der physikalischen Wirklichkeit, das dieser physikalischen Größe entspricht.“<sup>3</sup>

Er betrachtete zwei Systeme,  $S$  und  $S'$ , die früher miteinander in Wechselwirkung standen, nun aber getrennt sind. Die Quantenmechanik beschreibt diesen Zustand durch eine  $\psi$ -Funktion, die uns in die Lage versetzt, den Wert  $\alpha'$  der Größe  $a$  in  $S'$  mit Sicherheit vorauszusagen, wenn wir den Wert  $\alpha$  der Größe  $a$  in  $S$  gemessen haben. Da diese Voraussage möglich ist, ohne daß  $S'$  durch die Messung in  $S$  gestört wird ( $S$  und  $S'$  sind ja getrennt), so ist  $\alpha'$  etwas physikalisch Wirkliches gemäß der EINSTEINSCHEN

---

<sup>1</sup> A. EINSTEIN, B. PODOLSKY, N. ROSEN: Can Quantum – Mechanical Description be Considered Complete? in: Physical Review, Vol. 47 (1935) S. 777.

<sup>2</sup> Phys. Rev. 47 (1935) S. 777.

<sup>3</sup> Phys. Rev. 47 (1935) S. 777.

Definition und existiert unabhängig von dieser Messung und vor ihr. Hieran ändert sich natürlich nichts, wenn wir den Wert  $\beta$  einer Größe  $b$  in  $S$  gemessen hätten, denn auch  $\beta'$  würde vor dieser Messung existiert haben und übrigens gleichzeitig mit  $\alpha'$ . Nehmen wir an, daß die den Größen  $a$  und  $b$  korrespondierenden Operatoren nicht kommutieren,<sup>4</sup> dann kann die Wellenfunktion zu einer gegebenen Zeit nur die Eigenwerte von einem der beiden Operatoren bestimmen.<sup>5</sup> Nun existieren aber  $\alpha'$  sowie  $\beta'$  gleichzeitig gemäß der von EINSTEIN, PODOLSKY und ROSEN gemachten Voraussetzungen, folglich kann die Beschreibung der Wirklichkeit durch die Quantenmechanik nicht vollständig sein.

BOHR hat in seiner Antwort hierauf zugegeben, daß EINSTEIN und seine Freunde recht hätten, wenn jede Störung notwendig mechanischer Natur sein müßte – aber genau das ist die Frage. Nach BOHR gibt es noch andere Arten von Störungen, und folglich zieht er auch andere Schlußfolgerungen aus dem von EINSTEIN, PODOLSKY und ROSEN angeführten Beispiel. Er schreibt: „Von unserem Standpunkt aus sehen wir, daß der Wortlaut des Kriteriums für physikalische Realität, das EINSTEIN, PODOLSKY und ROSEN vorschlagen, hinsichtlich des Ausdrucks, ohne in irgendeiner Weise ein System zu stören, zweideutig ist. Natürlich handelt es sich in dem betrachteten Fall fraglos nicht um eine mechanische Störung des betrachteten Systems in der kritischen Phase des Meßprozesses. Aber selbst in diesem Stadium stellt sich grundsätzlich die Frage nach dem Einfluß auf die Bedingungen, die mögliche Weisen von Vorhersagen über das zukünftige Verhalten

---

<sup>4</sup> Die beiden Größen sind im Sinne der Unschärferelationen nicht gleichzeitig meßbar.

<sup>5</sup> Es kann nur eine der beiden durch die Unschärferelationen einander ausschließenden Größen bestimmt werden.

des Systems definieren. Da diese Bedingungen ein wesentliches Element der Beschreibung jedes Phänomens darstellen, dem das Prädikat Physikalische Wirklichkeit eigentümlich ist, so sehen wir, daß die Argumentation der erwähnten Autoren nicht ihre Schlußfolgerung rechtfertigt, nach der die quantenmechanische Beschreibung wesentlich unvollständig ist. Im Gegenteil, diese Beschreibung kann mit Hinblick auf die vorangegangene Diskussion als eine rationale Verwendung aller Möglichkeiten eindeutiger Interpretationen von Messungen, die mit der Wechselwirkung zwischen Objekten und Meßinstrumenten auf dem Gebiete der Quantenmechanik verträglich sind, bezeichnet werden. Tatsächlich ist es nur die wechselseitige Ausschließung von je zwei, die eindeutige Definition der Komplementarität physikalischer Größen gestattenden experimentellen Vorgänge, die Raum für weitere physikalische Gesetze schafft, deren Koexistenz auf den ersten Blick mit den Grundsätzen der Wissenschaft unvereinbar zu sein scheint.“<sup>6</sup>

BOHR bestreitet also die Richtigkeit von EINSTEINS Kriterium für physikalische Wirklichkeit, indem er auf die Bedingungen einer Messung als konstituierende Elemente physikalischer Phänomene verweist. Seiner Meinung nach sind diese Bedingungen für die eindeutige Definition physikalischer Größen absolut notwendig. Nun ist die Messung des Ortes einer Partikel nicht während der Messung ihres Impulses definierbar und umgekehrt. Folglich sind zwar die Werte physikalischer Größen  $S'$ , die wir in EINSTEINS Beispiel vorhersagen können, nicht aus mechanischen Gründen von den Messungen in  $S$  ab-

---

<sup>6</sup> N. BOHR: Can Quantum – Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete? in: Physical Review. 48 (1935) S. 700.

hängig, wohl aber aus Gründen der Herstellung bestimmter Bedingungen, die es überhaupt erst möglich machen, solche Werte festzustellen. BOHR erinnert an die Relativitätstheorie, die ihm auf ähnlichen Überlegungen aufgebaut zu sein scheint. Er schreibt:

„Ich möchte . . . gerne die Tragweite der großen Lehre betonen, die aus der Allgemeinen Relativitätstheorie für die Frage der physikalischen Wirklichkeit auf dem Gebiet der Quantentheorie zu ziehen ist . . . Besonders die soeben diskutierte einzigartige Rolle der Meßinstrumente bei der Einbeziehung der Quantenphänomene scheint ganz analog der wohlbekannteren Notwendigkeit in der Relativitätstheorie, eine allgemeine Beschreibung aller Meßprozesse zu erstellen . . . Die Abhängigkeit aller Maßstäbe und Uhren in der Relativitätstheorie vom Bezugssystem kann sogar mit dem wesentlich unkontrollierbaren Austausch von Impuls und Energie zwischen den Objekten der Messung und allen Instrumenten verglichen werden, welche das Raum-Zeit-Bezugssystem definieren . . . In der Tat, dieser neue Zug der Naturphilosophie bedeutet eine radikale Veränderung unserer Einstellung hinsichtlich der physikalischen Wirklichkeit, die mit der fundamentalen Revision aller Ideen über den absoluten Charakter physikalischer Phänomene verglichen werden kann, wie sie die Allgemeine Relativitätstheorie hervor gebracht hat.“<sup>7</sup>

Für BOHR spielen also in der Quantenmechanik Vorrichtungen mit Meßinstrumenten die Rolle von Bezugssystemen, die mit der Rolle der Koordinatensysteme in der Relativitätstheorie mehr oder weniger vergleichbar sind. Daher ist die Quantenmechanik nicht unvollständig, wenn sie keine Aussagen über Größen gestattet, die nicht

---

<sup>7</sup> Phys. Rev. 48 (1935) S. 701 f.

definierbar sind, weil die für diese Größen notwendigen Bezugssysteme nicht angegeben werden können.

Von diesen grundlegenden Überlegungen können wir alle anderen wohlbekannteren Kategorien BOHRs ableiten, nämlich die Begriffe „Phänomen“, „Ganzheit“, „Individualität“ und „Komplementarität“. Unter „Phänomen“ versteht er die unauflösliche „Ganzheit“, die durch das Meßinstrument, das gemessene Objekt und deren Wechselwirkung gebildet wird. Er nennt diese „Ganzheit“ eine „Individualität“, da sie durch die besonderen Bedingungen der Meßvorrichtungen bestimmt ist, die ein konstitutiver Teil eines Phänomens sind. Und mit „Komplementarität“ meint er eine Beziehung zwischen Phänomenen, die durch einander wechselseitig ausschließende Meßapparate definiert sind.<sup>8</sup>

### *1. Der Streit zwischen Einstein und Bohr als Streit um philosophische Axiome*

Es scheint mir nun, daß der so weit dargestellten Debatte zwei verschiedene, einander gegenüberstehende philosophische Axiome zugrunde liegen. Vielleicht wäre es genauer, sie „Prinzipien“ zu nennen, weil es sich hier um Aussagen handelt, die nicht unmittelbar Bestandteil der Theorie sind wie etwa die SCHRÖDINGER-Gleichungen. So spricht man auch vom Kausalprinzip und unterscheidet es von den einzelnen Gesetzen, welche die Physik

---

<sup>8</sup> Vgl. hierzu u. a. K. M. MEYER-ABICH: Korrespondenz, Individualität und Komplementarität. Eine Studie zur Geistesgeschichte der Quantentheorie in den Beiträgen NIELS BOHRs, Wiesbaden 1965. In diesem Werk findet man eine Darstellung von BOHRs philosophischen Grundbegriffen in ihrer Entwicklung sowie umfassende Literaturangaben.

aufstellt. Ein Prinzip drückt also eine Regel von allgemeiner Bedeutung aus, die auf einen bestimmten Bereich angewendet wird und damit zur Begründung von besonderen Gesetzen dient. Dennoch scheint es mir in Anknüpfung an die dritte der im Kapitel IV aufgeführten Kategorien zweckmäßiger, im folgenden auch Prinzipien „Axiome“ zu nennen. Eine zu pedantische Unterteilung würde zu den hier behandelten Fragen nichts beitragen, sondern höchstens das Verständnis erschweren. Dort freilich, wo sich der Ausdruck „Prinzip“ ausdrücklich eingebürgert hat, wie es z. B. beim Kausalprinzip der Fall ist, oder beim Kosmologischen Prinzip (vgl. Kapitel X), wird er, um dem Leser nicht eine allzu große Umstellung zuzumuten, beibehalten werden.

Ich werde nun versuchen, die philosophischen Axiome, welche der oben dargestellten Debatte zugrunde liegen, in einer verallgemeinerten und von dem betrachteten besonderen Fall losgelösten Weise zu formulieren. Gemäß dem einen dieser Axiome – demjenigen EINSTEINS – besteht die Wirklichkeit in Substanzen, die Eigenschaften haben, unbeschadet der Beziehungen, in denen sie zu anderen Substanzen stehen. Nach dem anderen Axiom – demjenigen BOHRs – ist die Wirklichkeit wesentlich eine Beziehung zwischen Substanzen, und die Messung ist ein Spezialfall einer solchen Beziehung. Für EINSTEIN deckt eine Messung einen Zustand an sich selbst auf; für BOHR konstituiert sie eine Wirklichkeit. Für EINSTEIN sind Beziehungen durch Substanzen definiert; für BOHR sind Substanzen definiert durch Beziehungen. Diese allgemeinen philosophischen Standpunkte bilden die Grundlage der Diskussion. Ich bezeichne das erste Axiom mit dem Buchstaben „S“ (da es Substanzen betrifft); das zweite mit dem Buchstaben „R“ (da es Relationen betrifft).

Weder EINSTEIN noch BOHR waren aber nun wirklich im-

stande, mit Hilfe der von ihnen studierten Beispiele das eigene Axiom zu bestätigen oder dasjenige des anderen zu widerlegen. Erinnern wir uns, daß EINSTEIN seinem Kriterium der Wirklichkeit die Form eines „Wenn-Dann-Satzes“ gab: „Wenn wir mit Sicherheit den Wert einer physikalischen Größe voraussagen können, ohne das System in irgendeiner Weise zu stören, dann gibt es ein Element der Wirklichkeit . . . “ usf. Wenn A, dann B. Nun ist nach EINSTEIN A im Falle der zwei getrennten Systeme S und S' wahr, da S' nicht gestört ist. Daher ist auch B wahr, und es existieren wirklich Größen in S' und zwar unabhängig von Messungen in S. Wenn aber EINSTEIN meint, A sei wahr, dann hat er bereits Axiom S angenommen, dann ist er nämlich bereits davon überzeugt, daß ein System, welches nicht mechanisch gestört wurde, überhaupt nicht gestört wurde. Indem er dieses Prinzip voraussetzt, schließt er ferner, daß ein solches System Eigenschaften an sich besitzt.

Das Beispiel, das EINSTEIN, PODOLSKY und ROSEN gewählt haben, beweist also nicht Axiom S, sondern wird von ihnen durch dieses Axiom nur interpretiert und folglich sind sie auch nicht imstande, BOHR zu widerlegen. Auf der anderen Seite ist aber BOHR in derselben Situation: für ihn ist A nicht wahr, da er an Axiom R glaubt. Deshalb hat auch er EINSTEIN und seine Freunde nicht widerlegt, vielmehr nur gezeigt, wie es möglich ist, ihnen zu antworten, wie es möglich ist, den von ihnen betrachteten Fall so zu interpretieren, daß die Vollständigkeit der Quantenmechanik verteidigt werden kann.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Vgl. hierzu auch P. FEYERABENDS besonders hervorragende Arbeit: NIELS BOHR'S interpretation of quantum theory, in: Current issues in the philosophy of science, Hrsg. H. FEIGL und G. MAXWELL, New York 1961. Dort heißt es: „I would like to repeat, . . . that BOHR'S argument is not supposed to *prove* that quantum – mecha-

## 2. Ist Bohrs Philosophie Idealismus?

Axiom stand also gegen Axiom, und es war erforderlich, nach neuen Argumenten zu suchen, um die Diskussion fortzusetzen. In einem weiteren Abschnitt der Debatte stoßen wir nun, wie das Folgende zeigen soll, auf rein philosophische Betrachtungen. Ich zitiere wieder EINSTEIN: „Was mir an dieser Art des Argumentierens nicht gefällt“ – er meint BOHR und seine Freunde – „ist die nach meiner Überzeugung unhaltbare positivistische Grundeinstellung, die mit dem BERKELEYSCHEN ‚esse est percipi‘ zusammenzufallen scheint.“<sup>10</sup> Ähnlich drückt sich auch BLOCHINZEW aus: „Wir sehen also“, erklärt er, „daß alle Probleme der Quantentheorie nach N. BOHR als Probleme der Wechselwirkung zwischen Instrument und Mi-

---

nical states are indeterminate; it is only supposed to show under what conditions the indeterminacy of the quantum states can be made compatible with EPR“. (S. 384) Zum Unterschied der Auffassung zwischen BOHR und EINSTEIN seien auch die folgenden Stellen aus dieser Arbeit zitiert: „Now a closer analysis of the argument“ (nämlich von EPR.) „will show . . . that it is conclusive only if it is assumed that dynamical states are *properties* of systems rather than *relations* between systems and measuring devices in action . . .“ (S. 381). Später (S. 383) heißt es, BOHR habe sich gegen EINSTEIN mit der Annahme verteidigen können, „that states are *relations* between systems and measuring devices in action rather than *properties* of such systems“. FEYERABEND weist ferner darauf hin, daß EINSTEIN die Größen, die er als an sich bestehend ansieht, nicht berechnen kann, und vermutet, daß das Prinzip von der Erhaltung der Energie verletzt würde, wenn man gewisse Werte in solchen Fällen einfach *setzte*. Beides ist indessen nicht EINSTEINS unmittelbares Problem. Ihm geht es zunächst darum, die Möglichkeit einer völlig anderen als der damals gängigen Interpretation der Quantenmechanik aufzuzeigen und damit den Anstoß zu neuen theoretischen Überlegungen zu geben, mögen die Folgen im Augenblick auch gar nicht übersehbar sein.

<sup>10</sup> P. A. SCHILPP (Hrsg.): ALBERT EINSTEIN als Philosoph und Naturforscher, Stuttgart 1951, S. 496.

kroobjekt betrachtet werden, als Probleme – und damit verläßt er den festen Boden der Physik – der Wechselwirkung zwischen Subjekt und Objekt. Darin besteht auch der grundlegende methodische Fehler der Komplementarität: Im Lichte dieser Konzeption verlieren die quantenmechanischen Gesetzmäßigkeiten ihren objektiven Charakter, werden sie zu Gesetzmäßigkeiten, die sich aus der Art und Weise, wie der Mensch die Erscheinung der Mikrowelt wahrnimmt, ergeben. Und dies ist Idealismus.“<sup>11</sup>

Indessen, diese Art der Kritik an BOHR geht fehl, da Axiom R von BERKELEYS idealistischem „esse est percipi“ verschieden ist, obgleich zugegeben werden muß, daß dies BOHR nicht immer ganz klar erkannt hat. Die Beziehung zwischen einem Instrument und einem Objekt ist keineswegs dieselbe wie diejenige zwischen einem Subjekt und einem Objekt im Sinne des Idealismus. Die erste Beziehung ist eine rein physikalische, es ist die Beziehung zwischen Objekten, wenn sie auch die Bedingung dafür ist, Wahrnehmungen zu haben. Treten wir auf das Gaspedal eines Autos, so werden wir dies nicht für etwas Subjektives halten, obgleich das auch der Ausdruck eines bestimmten Willens ist, nämlich des Willens zu fahren. Entscheidend ist hier, daß wir das Subjekt grundsätzlich durch ein Objekt ersetzen können (zum Beispiel durch einen Automaten). Vor allem dürfen wir nicht vergessen, daß Axiom R von Beziehungen zwischen Objekten im allgemeinen spricht, unter denen der Meßprozeß nur ein besonderer Fall ist. Daher ist es auch nicht genau, dieses Axiom, wie es oft geschieht, mit den Worten „Sein ist

---

<sup>11</sup> D. I. BLOCHINZEW: Kritik der philosophischen Anschauungen der sog. „Kopenhagener Schule“ in der Physik, in: Sowjetwissenschaft, Naturwissenschaftliche Abteilung, 6 (1953) Heft 4.

Gemessen werden“ auszudrücken. Darauf wurde bereits im Kapitel II hingewiesen.

Diese Formulierung ist genau genommen sogar irreführend, weil sie nahelegt, daß das Subjekt bei der Konstitution nicht ausgeschaltet werden kann, sofern wir Axiom R annehmen. Aber wenn zum Beispiel die Bedingungen nicht existieren, welche den Ort eines Partikels definieren, dann hat es überhaupt keinen Ort, so wie auch das legendäre Atlantis keinen Ort hat. Und wenn die Bedingungen existieren, welche den Impuls eines Partikels definieren, dann hat es einen Impuls, ebenso, wie Berlin eine Lage auf der Erde hat. Es ist gleichgültig, ob ein Beobachter solche Bedingungen hergestellt oder sie bereits vorgefunden hat.

Es gibt also keine notwendigen Beziehungen zwischen BOHRs Philosophie und dem Positivismus (oder Idealismus), wie so oft behauptet wurde.<sup>12</sup> Das bedeutet nicht, wie ich schon sagte, daß BOHR dies immer klar war. Axiom R, meiner Meinung nach der Kern seiner Philosophie, ist an sich neutral gegenüber erkenntnistheoretischen Standpunkten, da es keinen direkten Hinweis auf das Subjekt einschließt und keine Sätze über das Ich unmittelbar daraus abgeleitet werden können. Aber wenn auch der Versuch von EINSTEIN, BLOCHINZEW und anderen, BOHR Positivismus und Idealismus vorzuwerfen, scheiterte, so scheint doch nach dem Verlauf der Diskussion, wie ich sie bisher geschildert habe, BOHRs Axiom mehr gesetzt als wohlbegründet zu sein. In dieser zweiten Phase der Debatte werden also tatsächlich, wie ich schon sagte, rein philosophische Argumente verwandt.

---

<sup>12</sup> Vgl. hierzu auch K. HÜBNER: Beiträge zur Philosophie der Physik, Philosophische Rundschau, Beiheft 4 (1963) S. 74–78.

### 3. Das Katzenbeispiel

Im selben Jahr, in dem EINSTEIN, PODOLSKY und ROSEN ihren Aufsatz veröffentlichten, schrieb SCHRÖDINGER seine bekannte Abhandlung über „Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik“, in der auch er ein Beispiel von besonderem Interesse für den hier behandelten Gegenstand betrachtet.<sup>13</sup>

Er stellte sich eine Stahlkammer vor, in dem sich eine Katze und eine radioaktive Substanz befinden. Er nahm ferner an, daß die Wahrscheinlichkeit für den Zerfall eines Atoms dieser Substanz im Laufe einer Stunde ebenso groß ist wie die Wahrscheinlichkeit, daß es in der gleichen Zeit nicht zerfallen wird. In der Kammer gibt es eine Vorrichtung, die Blausäure ausstößt, wenn ein solcher Zerfall stattfindet, so daß die Katze getötet wird. Nun ist gemäß der Quantenmechanik der Zustand der Atome in der radioaktiven Substanz nicht wohldefiniert und folglich ebensowenig derjenige der Katze. Das bedeutet gemäß Axiom R, daß die Katze weder wirklich tot noch wirklich lebendig ist.

Für SCHRÖDINGER und auch für EINSTEIN, der ein sehr ähnliches Beispiel ersann,<sup>14</sup> ist dies vollständig absurd. Die Katze ist ein makroskopisches Objekt und in einem wohldefinierten Zustand des Tot- oder Lebendigseins; folglich muß der Zustand der Atome, der in diesem Falle den Zustand der Katze streng determiniert, ebenfalls als wohldefiniert betrachtet werden.

Wieder scheint die Quantenmechanik unvollständig zu sein. Allein auch diese Argumentation ist nicht zwingend.

---

<sup>13</sup> In: Die Naturwissenschaften, 23 (1935) S. 808–812, 823–828, 844–849.

<sup>14</sup> P. A. SCHILPP: ALBERT EINSTEIN als Philosoph und Naturforscher, S. 497.

Der Zustand der Katze kann als undefiniert insofern angesehen werden, als er vom Zustand der Atome in der radioaktiven Substanz abhängt. Es sei der Zustand der Atome, wenn die Katze lebendig ist  $A$  und  $A'$ , wenn sie tot ist. Nun existieren gemäß Axiom R weder  $A$  noch  $A'$ , und folglich hat auch die Katze keinen wirklichen Zustand, soweit dieser Zustand auf den Zustand der Atome bezogen ist. Im Gegensatz dazu ist die Katze tatsächlich tot oder lebendig hinsichtlich bestimmter medizinischer Vorrichtungen, mit deren Hilfe wir ihren Pulsschlag und dergleichen messen. In ähnlicher Weise können wir sagen, Berlin hat keine Lage im Hinblick auf Utopia, aber es hat eine wohldefinierte Lage bezüglich Washingtons. Nach Axiom R gibt es keine Zustände an sich, sondern nur Zustände in bezug auf etwas. Folglich beruht die Argumentation von SCHRÖDINGER und EINSTEIN auf einer Äquivokation. Sie argumentieren so:

- a) der Zustand  $Z$  ist wohldefiniert.
- b) In der Quantenmechanik ist er nicht wohldefiniert.
- c) Also ist die Quantenmechanik nicht vollständig.

Aber sie übersehen, daß in SCHRÖDINGERS Beispiel  $Z$  in a) den Zustand der Katze bezüglich besonderer medizinischer Vorrichtungen bedeutet,  $Z$  in b) aber ihren Zustand hinsichtlich der radioaktiven Substanz.

In BOHRs Sprache meinen wir in a) die Ganzheit „Katze und medizinische Vorrichtungen“, in b) die Ganzheit „Katze und radioaktive Substanz“.  $Z$  in a) und  $Z$  in b) sind also nicht das gleiche, das einmal wohldefiniert ist und einmal nicht. Daher ist die Schlußfolgerung von SCHRÖDINGER und EINSTEIN nicht korrekt. Aber man darf nicht vergessen, daß das nur dann der Fall ist, wenn man Axiom R bereits vorausgesetzt hat. Für diejenigen, die an Axiom S glauben, ist die Katze entweder tot oder lebendig und

ihre Beziehung zu anderen Objekten (Instrumenten, Substanzen) hat überhaupt keine Bedeutung. So bringt auch das Katzenbeispiel weder die Anhänger der Quantenmechanik noch deren Kritiker in Verlegenheit, sondern kann ebenfalls durch beide der in Frage stehenden Axiome interpretiert werden.

#### *4. Operatoren für nicht meßbare Größen in der Quantenmechanik*

Bisher habe ich einige der wichtigsten Versuche diskutiert zu beweisen, daß die Interpretation der Quantenmechanik durch BOHR und seine Anhänger zu unannehmbaren Folgerungen führt. Aber ist Axiom R überhaupt vollständig mit dem Formalismus der Quantenmechanik in Übereinstimmung zu bringen?

1952 hat WIGNER in seinem Aufsatz: „Die Messung quantenmechanischer Operatoren“ bewiesen, daß der größere Teil der in der Quantenmechanik möglichen Operatoren keine meßbaren Größen repräsentiert.<sup>15</sup> Das bedeutet, daß es keine möglichen Bezugssysteme (Meßvorrichtungen) für diese Größen gibt und daß sie folglich gemäß Axiom R keine Wirklichkeit haben, obgleich sie durch den quantenmechanischen Formalismus exakt definiert sind.

Wenn nun mit Axiom S behauptet wird, daß Eigenschaften physikalischer Entitäten nicht von Messungen abhängen, da diesen Entitäten Eigenschaften zukommen unbeschadet ihrer Beziehungen zu anderen Entitäten, dann haben solche Messungen vom Standpunkt des Axioms S nur zweitrangige Bedeutung und werden nicht

---

<sup>15</sup> Zeitschrift für Physik, 133 (1952) S. 101–108.

streng gefordert. Daher scheint der quantenmechanische Formalismus Axiom S nicht vollständig auszuschalten. Im Gegenteil, in mancher Hinsicht scheint dieser Formalismus sogar besser mit Axiom S als mit Axiom R übereinzustimmen, da er ja nach WIGNER die Einführung von Größen gestattet, die als an sich existierend betrachtet werden müssen. Allein der Preis für diesen Vorteil von Axiom S ist hoch, da er mit dem Widerspruch zu einem anderen, allgemein angenommenen Axiom bezahlt wird, nämlich dem Axiom, niemals Größen zuzulassen, die wir gar nicht messen können. Ich glaube nicht, daß EINSTEIN einen Widerspruch zwischen Axiom S und einer seiner grundlegenden Ideen in der Relativitätstheorie, nämlich jede Definition einer physikalischen Größe operational zu fassen, also mit Hinweis auf die Meßinstrumente, für möglich gehalten hat. Wie dem auch sei: wir können in dieser Phase der Diskussion Vor- und Nachteile auf beiden Seiten finden. Auch hier müssen wir wieder feststellen, daß es Axiome sind, um die gerungen wird.

### *5. Quantenlogik, Interphänomene, v. Neumanns Beweis und der Indeterminismus*

Einige glaubten augenscheinlich, sie könnten die Debatte endgültig mit Hilfe einer besonderen mehrwertigen Logik, oft Quantenlogik genannt, beenden. So versuchte zum Beispiel REICHENBACH mit Hilfe dieser Logik eine formale Analyse des EINSTEIN-PODOLSKY-ROSEN-Paradoxons. Er faßte BOHRs Standpunkt in folgendem Satz zusammen: „Der Wert einer Größe vor einer Messung ist von demjenigen nach ihr verschieden.“<sup>16</sup> Dieser Satz sei

---

<sup>16</sup> H. REICHENBACH: *Philosophische Grundlagen der Quantenmechanik*, Basel 1949, S. 36.

mit dem Buchstaben „A“ bezeichnet. Nun kann nach REICHENBACHS Ansicht A in EINSTEINS eingangs erwähntem Beispiel in der Tat nicht wahr sein, wenigstens was das System S' betrifft, da es vom System S getrennt ist, in dem die Messung stattfindet. Hierin habe EINSTEIN also recht. Aber andererseits habe er wieder unrecht, wenn er daraus schließt, daß A falsch sein müsse, da A nach der Quantenlogik auch unbestimmt sein könnte. Folglich, wenn auch A nicht wahr ist, so könne man daraus dennoch nicht schließen, daß der Satz „Der Wert der Größe nach einer Messung ist derselbe wie vorher“, der EINSTEINS Meinung wiedergibt, wahr ist. So bricht für REICHENBACH die Argumentation von EINSTEIN, PODOLSKY und ROSEN zusammen, aber er unterstützt auch nicht BOHR, da ja für REICHENBACH der Satz A nicht wahr ist.

Wir dürfen jedoch nicht die Quantenlogik mit der formalen verwechseln. Quantenlogik ist, wie ich im folgenden Kapitel noch ausführlich zu zeigen versuchen werde, nichts anderes als ein spezieller Kalkül, der einer speziellen Interpretation der Quantenmechanik und einer speziellen Formulierung quantenmechanischer Gesetze angepaßt wurde. So hilft es nicht viel, etwas mit diesem Kalkül zu beweisen, da er ebenso in Frage steht wie diese Interpretation und diese Formulierung. Quantenlogik kann nicht dasselbe Gewicht haben wie die formale, die, nach LEIBNIZ, in allen möglichen Welten gilt.

Aber es sei REICHENBACHS Philosophie der Quantenmechanik noch etwas weiter diskutiert. Auch er, wie EINSTEIN, BOHR und SCHRÖDINGER, betrachtet ein besonderes Beispiel, nämlich YOUNGS berühmtes Experiment, das hier nicht beschrieben werden soll. REICHENBACH zeigte, daß wir bestimmte kausale Anomalien oder redundante Annahmen, die niemals verifiziert oder falsifiziert oder für Vorhersagen benutzt werden können, in Kauf

nehmen müssen, wenn wir dieses Experiment mit Hilfe der Existenz wohldefinierter Entitäten interpretieren, die keinerlei Beziehung zu Meßprozessen haben und darum Interphänomene genannt werden. Solche Entitäten können Korpuskeln mit Ort und Impuls oder sich im Raum ausbreitende Wellen sein.<sup>17</sup> Unter kausalen Anomalien versteht er den Bruch mit dem Nahwirkungsprinzip, und mit redundanten Festsetzungen meint er die Werte von Ort und Impuls zwischen Messungen, so daß sie niemals durch Messungen bestimmt werden können.

REICHENBACH sieht vollkommen klar, daß weder das Nahwirkungsprinzip noch das Verbot redundanter Festsetzungen heilige Kühe sind und daß es sich hier um Axiome handelt, aber er versucht nicht, sie näher zu diskutieren. Daher bleiben seine Ausführungen unbefriedigend. Außerdem studiert er nur besondere Arten verborgener Variablen, nämlich entweder Partikel oder Wellen, aber bekanntlich sind inzwischen mehrere Theorien entwickelt worden, welche die Schwierigkeiten, die durch solche Besonderheiten auftreten, zu vermeiden suchen. Ich nenne als Beispiel die Theorien von BOHM und BUB.

Wenn man nun auch nicht mit einer besonderen Quantenlogik zu beweisen vermag, daß keine Theorie dieser Art wahr sein kann, so leistet dies vielleicht v. NEUMANNs berühmter Beweis?

Kurz gefaßt verläuft er so.<sup>18</sup> Unter einem „reinen Fall“ verstehen wir eine Gesamtheit von  $N$  Systemen, die alle dieselbe Zustandsfunktion haben, oder, anders ausge-

---

<sup>17</sup> H. REICHENBACH: Philosophische Grundlagen der Quantenmechanik, § 7, § 8 und §§ 25–27.

<sup>18</sup> J. VON NEUMANN: Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik, Berlin 1932.

drückt, die alle dieselbe Wahrscheinlichkeitsverteilung (Erwartungswert) für physikalische Größen haben. Wenn nun verborgene Parameter – Größen an sich – existieren, so müßte es möglich sein, die Wahrscheinlichkeitsverteilungen eines reinen Falles auf die Verteilungen wirklicher Zustände zu reduzieren. Tatsächlich hätten wir dann eine Mischung, also eine Gesamtheit, die aus Untergesamtheiten zusammengesetzt ist, von denen jede wieder einen reinen Fall darstellt. Aber von NEUMANN beweist, daß diese Reduktion unmöglich ist, da sich die auf einen reinen Fall bezogenen Voraussagen von denjenigen unterscheiden, die auf einer Mischung beruhen.<sup>19</sup> Er weist auch darauf hin, daß eine solche Reduktion die Möglichkeit einschliesse, sich die Gesamtheit von Systemen eines reinen Falles als unterteilt in streuungsfreie

<sup>19</sup> Es sei

$$\psi = \sum_k c_k \phi_k ,$$

wobei  $\phi_k$  Eigenfunktionen einer Größe A,  $\alpha_k$  Eigenwerte von A bedeuten sollten. Wenn N Systeme im Zustand  $\psi$  sind (reiner Fall), kann man voraussagen, daß man bei künftigen Messungen der Größe A den Wert  $\alpha_1 N |c_1|^2$  mal, den Wert  $\alpha_2 N |c_2|^2$  mal usw. messen wird. – Nun seien  $\chi_l$  die Eigenfunktionen der Größe B,  $\beta_l$  ihre Eigenwerte, und es gelte  $[AB-BA] \neq 0$ . Dann ist

$$\psi = \sum_k c_k \phi_k = \sum_{kl} c_k d_{kl} \chi_l$$

wenn

$$\phi_k = \sum_l d_{kl} \chi_l .$$

Folglich werden wir bei künftigen Messungen  $N \sum_k |c_k d_{kl}|^2$  mal den Wert  $\beta_l$  erhalten.

Hätten wir es nun aber mit einer Mischung zu tun, also mit einer Gesamtheit, die sich aus Untergesamtheiten zusammensetzt, von denen jede ein anderer Fall ist, so bedeutete dies etwa, daß  $N |c_l|^2$

Untergesamtheiten vorzustellen, nämlich so, daß jedes Element dieser Untergesamtheit denselben Wert  $u_k$  der Größe  $U$  hat. Aber streuungsfreie Gesamtheiten können nicht existieren, da sonst die Spur der Dichtematrix eines reinen Falles nicht gleich 1 wäre und dies widerspräche ihrer Definition im HILBERT-Raum.<sup>20</sup>

Systeme dieser Gesamtheit den Wert  $\alpha_1$  und den Zustand  $\phi_1$  haben.  $N |c_2|^2$  den Wert  $\alpha_2$  und den Zustand  $\phi_2$  usf. Wir können also voraussagen, daß wir bei einer künftigen Messung  $N |c_1|^2 |d_{11}|^2 + N |c_2|^2 |d_{21}|^2 + \dots$  mal, zusammengefaßt

$$N \sum_k |c_k|^2 |d_{k1}|^2 \text{ mal}$$

den Wert  $\beta_1$  messen werden. (Die Wahrscheinlichkeit, daß  $\phi_1$  vorliegt, ist ja  $N |c_1|^2$ ; die Wahrscheinlichkeit, daß sowohl  $\beta_1$  wie  $\phi_1$  vorkommt, ist  $N |c_1|^2 |d_{11}|^2$ , und so für alle weiteren Zustände  $\phi_k$ .)

So folgt, daß sich aus einer Mischung andere Voraussagen über Wahrscheinlichkeitsverteilungen ergeben können als aus einem reinen Fall; denn  $N \sum_k c_k |d_{k1}|^2$  und  $N \sum_k |c_k|^2 |d_{k1}|^2$  ergeben im allgemeinen nicht dasselbe.

<sup>20</sup> Es sei  $\bar{U}$  der Erwartungswert der Größe  $U$ :

$$\bar{U} = \sum_i p_i u_i ,$$

wobei  $p_i$  die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des Wertes  $u_i$  ausdrückt. Es gilt aber auch

$$\bar{U} = \text{Tr}(PU),$$

wobei  $P$  die Dichtematrix,  $U$  die Matrix des Operators  $U$  in einem beliebigen Basissystem  $\{\phi_n\}$  darstellt. (Die  $\phi_n$  sind hierbei nicht als Eigenfunktionen der  $U$  anzusehen.) In einer streuungsfreien Gesamtheit hätte nun jedes Element denselben Wert  $u_k$ . Also gälte  $\bar{U} = u_k$  und folglich  $(\bar{U})^2 = u_k^2 = \bar{U}^2$ , sowie  $\text{Tr}(PU^2) = |\text{Tr}(PU)|^2$ .

Nehmen wir nun an, daß  $U$  ein Operator ist, der auf den Unterraum projiziert, der vom Vektor  $\phi_m$  aufgespannt wird, dann gilt wegen der Idempotenz von  $U$  auch

$$\text{Tr}(PU) = |\text{Tr}(PU)|^2 ,$$

Nun kann der Beweis von NEUMANN schon deswegen nur eine begrenzte Bedeutung haben, weil er die Quantenmechanik voraussetzt, die, als empirische Theorie, offensichtlich nicht notwendig wahr sein kann. Bestenfalls vermag dieser Beweis zu zeigen, daß jede Art von Theorie, die verborgene Parameter einschließt, mit der Quantenmechanik unverträglich sein müßte. Aber genau dies kann er auch nicht. Denn was hat von NEUMANN wirklich bewiesen? Er hat bewiesen, daß der Formalismus der Quantenmechanik keine verborgenen Parameter gestattet, die im Rahmen dieses Formalismus definiert sind und sich teilweise mit klassischen Größen überlappen. Folglich ist der Begriff „verborgener Parameter“ durch von NEUMANN so eingeschränkt, daß der Beweis keine allgemeine, das heißt auf alle verborgenen Parameter zutreffende Bedeutungen haben kann. BOHM und BUB zum Beispiel haben besondere verborgene Parameter wie nichtklassische Potentiale oder Größen eingeführt, die in sehr kurzen Zeitspannen nach der Messung determiniert sind, später aber wieder streuen.<sup>21</sup> In diesem Fall ist

und da in diesem Fall

$\text{Tr}(PU) = P_{mm}$  ( $P_{ik}$  sind die Elemente der Dichtematrix  $P$ ) ist, so gilt wegen  $\text{Tr} P = 1$  und  $\text{Tr}(PU) = 1$

für alle  $i$   $P_{ii} = P_{ii}^2 = 0$  oder  $1$ .

Dieses Ergebnis ist aber unverträglich damit, daß für alle möglichen orthogonalen Zerlegungen einer Zustandsfunktion  $\psi$  in  $\psi = \sum_i c_i \phi_i$  im HILBERT-Raum gilt  $\int |\psi|^2 dr = \sum_i |c_i|^2 = 1$  und folglich  $\sum_i P_{ii} = \sum_i c_i^2 c_i = 1$  und somit immer Darstellungen von  $P$  gefunden werden können, für die gilt  $P_{11} + P_{22} \neq 1$  und  $P_{11} + P_{22} \neq 0$ .

<sup>21</sup> D. BOHM: A suggested interpretation of the quantum theory in terms of 'hidden' variables, in: Phys. Rev. 85 (1952) S. 166 ff., 180 ff.; Proof that probability density approaches  $(\psi)^2$  in causal interpretation of the quantum theory, in: Phys. Rev. 89 (1953)

VON NEUMANN'S Axiom „ $\forall v(R) + \forall v(S) = \forall v(R + S)$ “ – R und S sind Observable – nicht mehr allgemein gültig. Daher ist die Quantenmechanik hier nur ein Grenzfall, nämlich eine statistische Theorie, die von einer deterministischen ableitbar ist und deren Größen sich qualitativ von denjenigen in der Quantenmechanik unterscheiden. Zwar haben Theorien wie diejenigen von BOHM und BUB auch ihre besonderen Schwierigkeiten, aber worauf es in diesem Zusammenhang ankommt ist, daß es nicht VON NEUMANN'S Beweis ist, durch den sie und die mit ihnen verknüpften Parameter widerlegt werden können. Es ist sehr bemerkenswert, daß besonders die Theorie verborgener Parameter, wie sie BUB entworfen hat, ausdrücklich auf dem Axiom R aufgebaut ist. BUB schreibt: „Die tiefe Absicht, die hinter den Theorien über verborgene Parameter steckt, ist die Verwirklichung einer ‚Naturphilosophie‘, die einen Begriff der ‚Ganzheit‘ als eine neue ‚ontologische These‘ einschließt.“<sup>22</sup> Unter dieser „Ganzheit“ versteht BUB, wie mir scheint, BOHR'S Axiom R. Es ist offenbar dieses Prinzip, von dem er meint, es sei das wesentlich revolutionäre und fortschrittliche Element der neuen Physik, nur habe es BOHR nicht mit genügender Konsequenz angewandt. So können wir nun feststellen, daß nicht nur Axiom S, sondern offenbar auch

---

S. 458 ff.; Comments on an article of TABAKAYASHI concerning the formulation of quantum mechanics with classical pictures, in: *Progr. Theor. Phys.* IX (1953) S. 273 ff.; – mit J. P. VIGIER: Model of the causal interpretation of quantum theory in terms of a fluid with irregular fluctuations, in: *Phys. Rev.* 96 (1954) S. 208 ff. – J. BUB: Hidden Variables and the Copenhagen Interpretation – A Reconciliation, in: *Brit. J. Phil. Sc.* 19 (1968) S. 185–210; What is a Hidden Variable Theory of Quantum Phenomena? in: *Int. J. Theoret. Phys.* 2 (1969) S. 101–123.

<sup>22</sup> J. BUB: Hidden Variables and the Copenhagen Interpretation – A Reconciliation, in: *Brit. J. Phil. Sc.* 19 (1968) S. 186.

Axiom R mit dem Determinismus vereinbar ist. Dies ist von großer Bedeutung.

Ich glaube nicht, daß EINSTEIN oder BOHR dies wirklich erkannt haben. Sie disputierten auf der Grundlage von Axiom S und R, aber im Grunde scheinen sie zugleich tief von der Frage bewegt zu sein: Determinismus oder Indeterminismus? EINSTEINS berühmte Bemerkung „Gott würfelt nicht“ weist deutlich darauf hin. So ist der hier beschriebene geistige Kampf mindestens ebenso sehr ein Kampf um die philosophischen Kategorien „Realität und Substanz“, wie um die Kategorie der „Kausalität“.

*6. Wie lassen sich die apriorischen Axiome, die der Quantenmechanik zugrunde gelegt werden, rechtfertigen?*

Zurückblickend läßt sich nun feststellen, daß einerseits mehr oder weniger philosophische Axiome die Grundlage der Debatte über das, was Wirklichkeit in der Quantenmechanik ist, bilden und daß andererseits diese Axiome nicht hinreichend diskutiert, sondern eher für selbstverständlich gehalten wurden, geschweige denn, daß sie wirklich gerechtfertigt oder widerlegt worden wären. Ich wende mich daher jetzt der Frage zu, wie solche Rechtfertigungen überhaupt möglich sind. Sie wurden hauptsächlich auf dreifache Weise versucht:

- 1) Mittels rein philosophischer Überlegungen.
- 2) Mit Hilfe der Erfahrung.
- 3) Mittels rein methodologischer Gründe.

Ich will diese drei Möglichkeiten der Reihe nach diskutieren.

In dem kurzen Überblick und der Zusammenfassung, die hier versucht worden sind, konnten nur einige wenige rein philosophische Betrachtungen von Physikern erwähnt werden. Aber bekanntlich haben fast alle bedeutenden Physiker, die mit den Grundlagenfragen der Quantenmechanik beschäftigt waren, mehr oder weniger in engem Zusammenhang mit den hier erwähnten Axiomen philosophiert. Ihre Überlegungen stützten sich (wie auch die jüngste historische Forschung zum Beispiel von JAMMER und MEYER-ABICH gezeigt hat) auf teilweise ausgedehnte philosophische Studien.

So war beispielsweise EINSTEIN, um mit ihm zu beginnen, tief verwurzelt in der Cartesischen Tradition und ebenso durch bestimmte Ideen von der göttlichen Konstruktion des Weltalls („Gott würfelt nicht“) beeinflusst, die insbesondere auf GALILEI und KEPLER zurückgeführt werden können. Der Cartesischen Tradition entstammt die Lehre, daß die physikalische Wirklichkeit aus wohldefinierten Substanzen besteht, die zueinander in Beziehung (Wechselwirkung) treten. Sie sind wohl definiert in dem Sinne, daß sie träge Masse und einen Geschwindigkeitsgrad haben; sie treten in Wechselwirkung dadurch, daß sie diese „primären“ Geschwindigkeiten durch Kräfte, die sie „sekundär“ aufeinander ausüben, verändern. Das, was den Substanzen zukommt und was sich durch äußere Einwirkung an ihnen wandelt, läßt sich dabei grundsätzlich klar trennen. Unter „cartesianischer Tradition“ ist hier eine ontologische Grundauffassung von der Wirklichkeit zu verstehen, die nicht mit der Cartesischen Philosophie als solcher gleichgesetzt werden darf (vgl. Kapitel IX); diese ontologische Grundauffassung ist indessen durch DESCARTES zum erstenmal in einer Weise vorgeprägt, die später nur Verfeinerungen, nicht aber eine wesentliche Änderung erfahren hat. Mag NEWTON auch der

eigentliche Vater der klassischen Physik genannt werden, so hat er doch in dieser Hinsicht trotz gewichtiger Modifikationen auf den Fundamenten DESCARTES' aufgebaut.

Wenn übrigens BOHR EINSTEIN vorhält, er habe doch mit seiner Relativitätstheorie selbst eine Auffassung vertreten, die – um es mit dem hier verwendeten Ausdruck zu bezeichnen – dem Axiom R entspringe, so ist dies trotz gewisser Ähnlichkeiten mit BOHR'S Standpunkt nicht zutreffend. Zwar behauptet EINSTEIN'S Theorie die Relativität aller Phänomene zu Bezugssystemen. Allein diese Relativität besteht eigentlich nur auf einer ontologisch quasi niedrigeren Stufe, nämlich dort, wo die Bezugssysteme (die Erde, die Sonne usw.) als das eigentlich Reale angesehen werden. Von diesem letzten „Erdenrest“ (CASSIRER) löst sich jedoch die Relativitätstheorie, sofern sie nun auf einer ontologisch gleichsam höheren Stufe die Einheit einer allen Bezugssystemen gegenüber „neutralen“ Naturbeschreibung erreicht. Von wo auch immer man nunmehr die Dinge betrachtet: In den allgemeinen Feldgleichungen verschwindet die Relativität und „Subjektivität“ wieder, die Zustände werden kovariant gegenüber allen Bezugssystemen, also unabhängig von den Bedingungen ihrer möglichen Erfahrung und losgelöst von ihnen beschrieben. Damit aber war der Einklang der Physik mit der aus der cartesianischen Tradition herstammenden Ontologie grundsätzlich wieder hergestellt, auch wenn nun unter den wohldefinierten Substanzen nicht mehr das Gleiche wie früher verstanden wird (da nunmehr die Faktoren „Masse“ und „Impuls“ anders zu bestimmen sind).

Was EINSTEIN'S tiefen Glauben an die Determination der Natur betrifft, so ist er zweifellos geprägt von jener Art Religiosität, wie sie im Verlaufe der Renaissance aufkam

und tief in das abendländische Bewußtsein bis zur Gegenwart eindrang. Es handelt sich hierbei um den schon in den Kapiteln IV und V erwähnten Glauben, daß Gott die Welt unter dem Gesichtspunkt der Rationalität zweckmäßig konstruiert habe und daß eben deswegen das „Buch der Natur“ in der Sprache der Mathematik geschrieben sei. Nicht göttliche Willkür, nicht irrationaler Zufall diktierten es daher, sondern logische Notwendigkeit und harmonische Gerechtigkeit. Daher erschien EINSTEIN die Gleichberechtigung der Bezugssysteme als Ausdruck der Harmonie der Welt. (Davon wird im Kapitel X noch mehr zu sagen sein.)

Was BOHR betrifft, so beschäftigte er sich sein Leben lang mit der Philosophie KIERKEGAARDS und JAMES' und fühlte sich von der Poesie des Dänen MØLLER inspiriert. Es besteht offenbar eine gewisse Analogie zwischen KIERKEGAARDS Dialektik und BOHRs Prinzip der Komplementarität; auf jeden Fall wurde dies ausdrücklich von BOHR so empfunden. Er bezieht sich dabei vor allem auf KIERKEGAARDS Bestimmung des Verhältnisses von Subjekt und Objekt, die sich zunächst aus der Analyse des Subjekts selbst ergibt. Denn dieses als ein Wesen, das sich reflektiert, ist sich darin Objekt; aber das ist sozusagen nur die eine Seite der Medaille: es ist ja nicht nur Objekt, sondern eben auch Subjekt-Objekt. Niemals kann es beides in voller Schärfe sein und niemals ist es eines von beiden ausschließlich. Wird es sich selbst zum Gegenstand, so verschwindet dahinter seine Subjektivität; aber gerade deswegen begreift es sich in dieser Vergegenständlichung seiner selbst nur einseitig und muß daher wieder seine bloße Gegenständlichkeit negieren. So wird es erneut auf seine Subjektivität zurückgeworfen, die sich dieser Gegenständlichkeit entzieht, um sich aufs neue gegenständlich zu werden usw. Genau diese Beschreibung der

Existenz fand BOHR auch in MØLLERS Geschichte „Abenteuer eines dänischen Studenten“, der ständig vergeblich versucht, sich selbst zu denken. Er denkt sich als Denken, aber dann ist er sich bewußt, daß er ein Denkender ist, der sich als Denkender denkt usf. Dieser Übergang von der Subjektivität in die Objektivität und umgekehrt ist aber für KIERKEGAARD selbst nicht zeitlich faßbar, wäre es doch sonst selbst wieder ein objektives Ereignis; der Übergang erfolgt in einem „Augenblick“, den er als Sprung bezeichnet, und dieser Augenblick ist für ihn ein Akt der Wahl. Solche Dialektik bleibt aber nicht nur auf das Ich als Reflektierendes beschränkt, sondern überträgt sich gleichsam auf das allgemeine Verhältnis von Subjekt und Objekt und damit auf den Begriff der Wahrheit überhaupt.

Diese BOHR besonders durch den Kierkegaardianer und Freund von BOHRs Vater, HØFFDING, vermittelten Gedanken könnte man freilich auch bei anderen Philosophen finden, zumal hier von der spezifischen Dialektik zwischen Zeitlichkeit und Ewigkeit, die für KIERKEGAARD kennzeichnend ist, abstrahiert wird. Aber es kommt ja nur darauf an anzudeuten, wie BOHR von KIERKEGAARD beeinflusst wurde und nicht, was KIERKEGAARD tatsächlich gelehrt hat. So betrachtet, verwundert es dann auch nicht, daß BOHR sich ebenso von JAMES angezogen fühlen konnte, den doch Welten von KIERKEGAARD trennen. An JAMES scheint BOHR daher auch das Gleiche fasziniert zu haben wie an KIERKEGAARD: nämlich die Bewußtseinsanalyse. Diese hat JAMES besonders in seinen „Principles of Psychology“ entworfen. Auch dort stoßen wir wieder auf die Frage, wie man sich sein eigenes Denken gegenständlich machen könne, wobei JAMES auf die für diesen Versuch entscheidende Dialektik von „substantive parts“ und „transitive parts“ verweist. Die substantive parts

beziehen sich auf das unmittelbar Faßbare: die Sätze, die Worte; aber dieses Faßbare wird sozusagen ständig unterlaufen durch die transitive parts, die den eigentlichen Duktus des Gedankens, die Übergänge, betreffen. Will man diese begreifen, verwandelt man sie in substantive parts und zerstört sie damit; und richtet man sich umgekehrt auf die substantive parts, so entgleiten einem wieder die Übergänge. Auch hier also scheint eine Art Komplementarität zu herrschen. Erwähnt sei schließlich auch noch JAMES' Lehre, daß Bewußtsein im strengen Sinne nichts Selbiges kennt. Alles wird nur unter Bedingungen erkannt, und die Bedingungen wechseln; nirgends bietet sich ein Objekt der Erkenntnis, das aus solchen Relationen gelöst werden könnte.<sup>23</sup>

Warum also, so wird man sich nach all dem fragen, spielen philosophische Überlegungen nicht eine entscheidendere Rolle in der Diskussion der Quantenmechanik, anstatt mehr oder weniger an den Rand gedrängt zu werden? Warum werden die erwähnten Axiome nicht immer zuerst in einer rein philosophischen Weise und getrennt von bestimmten physikalischen Problemen erörtert?

Die Antwort ist einfach: Von den meisten Physikern wird Philosophie heute als eine nützliche Anregung und eine interessante Ergänzung betrachtet, aber sie halten sie nicht ernsthaft für fähig, strenge Beweise zu liefern. Als Kinder eines mehr oder weniger positivistischen Zeitgeistes haben sie, wenn man so sagen darf, einige philosophische Komplexe und glauben daher vor allem an die Erfahrung. In dieser Hinsicht unterscheiden sie sich funda-

---

<sup>23</sup> Vgl. auch zu diesen geistesgeschichtlichen Hintergründen der BOHRschen Physik M. JAMMER: *The conceptual development of quantum mechanics*, New York 1966; K. M. MEYER-ABICH: *Korrespondenz, Individualität und Komplementarität* (vgl. Anm. 8, S. 138).

mental von den Physikern der großen klassischen Periode GALILEIS, KEPLERS, NEWTONS und deren Nachfolger. Ich kann hier nicht auf die Einzelheiten der geistigen Entwicklung eingehen, deren Ergebnis die antimetaphysische oder einfach antiphilosophische Haltung war. Aber vielleicht kann man sagen, daß diese Haltung wesentlich auf der Überzeugung beruht, daß es keine absolute Evidenz und keine reine Vernunft gebe. Deswegen müßten alle Versuche, die Fragen der Wirklichkeit, der Kausalität, der Substanz usf. endgültig zu lösen, fehlgehen, weil sie von bestimmten physikalischen Auffassungen getrennt werden. Zweifel an der Philosophie ist hier also Zweifel an absoluten Auffassungen und ewig gültigen Einsichten. Und in der Tat: Sollten philosophische Axiome durch abstraktes philosophisches Denken allein gerechtfertigt werden, wie ließe es sich dann vermeiden, diese Axiome von anderen abzuleiten, die wir schließlich und endlich als selbstevident, als absolut gültig, als irgendwie notwendig ansehen? Und wie können wir allen Ernstes vorgeben, sie hätten diese Eigenschaften? Man blicke sich um: Ob es DESCARTES' Glaube an die Euklidische Geometrie ist oder an seine besondere Formulierung der Kausalität; ob es KANTS Glaube an die transzendente Apperzeption ist oder HEGELS Glaube an die Notwendigkeit des Beginns seiner Logik usw. – überall finden wir letzte Axiome, die durch reine Einsicht, reine Vernunft, reines Denken für gültig gehalten und folglich für ewig Wahrheiten angesehen werden. Aber immer wieder lehrt uns die Geschichte, daß alle für ewig gültig gehaltenen Axiome wieder aufgegeben wurden. Ja, was beinahe für trivial gehalten wurde, kann in späterer Sicht als das Ergebnis langer Debatten und Untersuchungen gedeutet werden, in denen wir mit sehr komplizierten Ideen vertraut wurden und uns an sie gewöhnten. Die

Wissenschaftsgeschichte von ARISTOTELES bis heute ist wesentlich eine Geschichte von AXIOMEN und ihren revolutionären Umwälzungen. Es scheint ein unausrottbarer Zug der Menschen zu sein, jede neue Revolution für die Enthüllung einer endgültigen oder wenigstens angenäherten Wahrheit anzusehen, die nur noch verbessert werden müßte. Aber wenn wir so auch, wenigstens in gewissem Maße, den weit verbreiteten Zweifel unter den Physikern an dem Versuch verstehen können, philosophisch die Axiome zu rechtfertigen, die sie verwenden müssen, so ist es doch keineswegs begründet, wie die vergangenen Kapitel zeigten, ihren Glauben zu teilen, daß andererseits Erfahrung die Grundlagen liefern kann, nach denen sie suchen.

Wie insbesondere aus Kapitel III hervorging, sind experimentelle Prüfungen und erfolgreiche Theorien keineswegs letzte Instanzen, gegen die kein Einspruch mehr erhoben werden könnte. Weder EINSTEIN noch DE BROGLIE, noch BOHM, noch BUB usf. kapitulierten vor dem großen Erfolg der Quantenmechanik. Ihre allgemeine Haltung war theoretisch gerechtfertigt dank dem, daß es in wissenschaftlicher Sicht überhaupt keine absoluten Tatsachen gibt, sondern nur relative, nämlich relativ zu bestimmten Voraussetzungen und Festsetzungen a priori. Aber was bedeutet es dann, in einer solchen Situation nicht zu kapitulieren? Es bedeutet, an bestimmten Axiomen festzuhalten und andere nicht zu akzeptieren. Und dies ist etwas verwirrend. Versuchen doch die Physiker mehr oder weniger, die Philosophie zu vermeiden, indem sie nach experimentellen und empirischen Grundlagen forschen; nun aber handeln sie wieder so, wenigstens implizit und vielleicht nicht mit vollem Bewußtsein, als ob sie auch Zweifel an der Erfahrung hätten und halten entschlossen an Axiomen a priori fest. Wenn dieses Festhal-

ten jedoch nicht Dogmatismus genannt werden soll, so müssen sie nach Erklärungen suchen. Wo aber könnten sie diese finden, wenn nicht in der Philosophie? Und wenn das der Fall ist, kann man dann ihre Situation nicht mit derjenigen des Odysseus zwischen Skylla und Charybdis vergleichen? Sie können weder an die reine Vernunft noch an die reine Erfahrung glauben, denn es existiert tatsächlich weder das eine noch das andere.

Manche meinten, es gäbe einen Ausweg aus diesem Dilemma, wenn wir versuchen, unsere Axiome mit rein methodologischen Gründen zu rechtfertigen. BUB gibt ein gutes Beispiel hierfür in seiner Theorie verborgener Parameter. Im Einvernehmen mit anderen Denkern, zum Beispiel mit FEYERABEND, hält er es für unzweckmäßig, eine Theorie erst dann in Frage zu stellen, wenn sich zeigt, daß sie nicht mehr erfolgreich ist, oder wenn wir gezwungen sind, sie infolge neuer Entdeckungen aufzugeben.<sup>24</sup> Wir sollen im Gegenteil nach BUBs Meinung bereits Alternativen entwickeln, wenn eine Theorie noch erfolgreich ist, da wir nur so nach etwas suchen können, das im alten Rahmen nicht interpretierbar und nur im neuen Rahmen verständlich, also etwas wirklich Neues ist. Auch lehre uns die Geschichte, daß eine alte These niemals aufgegeben werde, wenn ihre Schwierigkeiten nicht durch eine Gegentheorie offenbar geworden sind. So führe das Warten auf neue Entdeckungen und das Versagen einer etablierten Theorie auf die Dauer nur zur Sterilität und zum Dogmatismus. Daher verteidigt BUB das, was er sein „ontologisches Prinzip“ nennt, ausdrücklich durch den Hinweis, daß darauf eine Gegentheorie gegen

---

<sup>24</sup> J. BUB: Hidden Variables and the Copenhagen Interpretation, *Brit. J. Phil. Sc.* 19 (1968) S. 206; P. FEYERABEND: Problems of Empiricism, in: R. G. COLODNY (Hrsg.): *Beyond the Edge of Certainty. Essays in Contemporary Science and Philosophy*, New Jersey 1965.

weithin akzeptierte Prinzipien und Theorien gegründet sei. Selbstverständlich sucht auch er nach experimentellen Prüfungen und empirischem Erfolg, aber seine „Prinzipien“, die wir hier aus den genannten Gründen lieber „Axiome“ nennen wollen, sind bereits in gewissem Sinn durch die methodologischen Argumente gerechtfertigt, die soeben aufgeführt wurden. So beobachten wir, daß BUB zum Beispiel so etwas wie ein Axiom R und andere Axiome eben deswegen aufstellt, weil ihm dies eine gute Strategie für neue Forschungen zu sein scheint und eine gute Strategie, die Möglichkeiten des wissenschaftlichen Fortschritts zu erweitern.

Nun kann man diese Art der Argumentation und Rechtfertigung nur diskutieren, wenn man die folgenden Fragen behandelt:

- 1) Ist die verwendete Strategie wirklich gut?
- 2) Sollen wir die wissenschaftlichen Ziele teilen, die man mit ihr erreichen will?

Ich möchte diese Fragen hier nicht behandeln, sondern nur darauf hinweisen, daß ihre Erörterung nicht im Rahmen der Physik alleine stattfinden kann. Im Gegenteil, eine solche Diskussion schließt erneut philosophische Betrachtungen darüber ein, welches die Ziele der Wissenschaft sein sollen, warum in gewissen Fällen das Bestehen auf bestimmten Theorien Dogmatismus und Unfruchtbarkeit bedeutet und warum in anderen Fällen nicht; warum manchmal die entschlossene Verteidigung grundlegender Positionen aufgegeben werden muß; warum diese Verteidigung nicht auf die Behauptung gestützt werden darf, daß diese Positionen notwendig wahr sind; was wir unter Fortschritt zu verstehen haben usw. usw. Wenn wir also der Philosophie entrinnen wollen, indem wir uns der Erfahrung zuwenden oder indem wir uns nur

methodologischer Mittel bedienen, so wird dies immer wieder damit enden, daß wir genau dort anlangen, wovor wir geflohen sind: bei der Philosophie.

Aber vielleicht ist der horror philosophiae, den moderne Physiker so oft empfinden, nur in einer nicht notwendig gültigen Interpretation dessen verwurzelt, was Philosophie sein soll? Vielleicht sind unsere Physiker, die so revolutionär in der Physik gesinnt sind, zu traditionsgebunden, zu konservativ als Philosophen? Ist es denn notwendig, nach endgültigen Lösungen von Problemen zu suchen, wenn man philosophiert? Vielleicht müssen wir die Philosophie nicht mit der Idee absoluter Erkenntnis, ewig geltender Einsichten, absoluter Vernunft, notwendig gültiger Axiome und selbstevidenter, endgültiger Enthüllungen verbinden?

Blicken wir noch einmal zurück. Wir haben gesehen, daß wir es nicht vermeiden können, bestimmte Axiome a priori zu verwenden, wenn wir die Grundlagen der Quantenmechanik erörtern, und daß solche Apriorismen, mit KANT zu reden, Bedingung der Möglichkeit der Erfahrung sind. Aber wenn wir im Gegensatz zu KANT nicht akzeptieren können, daß es nur eine einzige Art gibt, solche Axiome aufzustellen, wenn wir nicht notwendige Einsichten einer reinen Vernunft irgendwelcher Art akzeptieren können, so vermögen wir vielleicht trotzdem apriorische Aussagen zu rechtfertigen, indem wir auf die besondere historische Situation verweisen, in der sie auftreten. Wie ich schon sagte, wurde beinahe jedes apriorische Axiom im Laufe der Geschichte aufgegeben oder verändert. Auf der einen Seite zeigt dies, daß es fragwürdig war, solche Axiome für absolut gültig anzusehen; aber auf der anderen Seite fallen doch Veränderungen, Entwicklungen und sogar Revolutionen nicht vom Himmel, sondern können durch die Geschichte der Wissen-

schaft wissenschaftlich verstehbar gemacht werden. Es gibt eine Art historischer Vernunft und historischer Kontingenz, die weder reine Notwendigkeit noch reine Willkür bedeuten. Wenn es also überhaupt wissenschaftliche Rechtfertigungen von Axiomen gibt, so werden sie historisch sein.

So müssen wir zum Beispiel, indem wir die Grundlagen der Quantenmechanik erörtern, auch die Axiome R und S diskutieren – das eine mit Hinblick auf eine bestimmte experimentelle Situation in der Physik, das andere mit Hinblick auf eine bestimmte geistige Situation, die mit einer noch lebendigen Tradition verbunden ist und offenbar mit der physikalischen Situation nicht in Einklang gebracht werden kann. Aber indem die Physiker diese Axiome erörtern, müssen sie umfassend philosophieren und können dies nicht nur als eine Art privates Hobby gelegentlich betreiben. Über die Axiome R und S philosophieren bedeutet, sowohl die historische Tradition von ARISTOTELES, GALILEI, KEPLER, CARTESIUS bis zur Gegenwart in Betracht zu ziehen, wie den historischen Hintergrund etwa von JAMES, KIERKEGAARD usw. erörtern, wie auch die Geschichte der Quantenmechanik zu diskutieren. Nur wenn wir dies tun, können wir verhindern, daß die verschiedenen Positionen dogmatisch als selbstverständlich erscheinen und die Probleme als bereits gelöst. Nur historische Betrachtungen können uns diese Positionen und den Sinn der Axiome begreiflich machen. Darüber hinaus haben solche Betrachtungen eine besonders wichtige kritische Funktion. Zeigen sie uns doch, daß nichts notwendig wahr ist, sondern von den besonderen Bedingungen seines Ursprungs abhängt.

Zur Verdeutlichung der historischen Hintergründe der Axiome S und R, die über die unmittelbaren, schon vorhin erwähnten Quellen hinausgehen, aus denen EINSTEIN

und BOHR geschöpft haben, hier noch einige kurze und zugegebenermaßen etwas vereinfachende Anmerkungen: Eine Art Axiom R und eine Art Axiom S treten bereits in der Antike auf. Die antiken Skeptiker weisen auf die durchgehende Relationalität der Dinge zum erkennen- den Menschen und zueinander hin, um zu zeigen, daß es unmöglich ist, sie in ihrem wahren Sein, nämlich in ihrem „An-sich“ zu begreifen. Demgegenüber sehen wir andere, z. B. ARISTOTELES, diese Relationalität auf bestimmte Kategorien (des  $\pi\rho\acute{o}\varsigma\ \tau\iota$ ) einschränken, die für das, was die Dinge in ihrem Wesen, als Substanzen sind, so wenig Bedeutung haben wie der Hinweis für den Menschen X, er sei körperlich in bezug auf Y kleiner, in bezug auf Z aber größer; denn hierdurch würde ja nichts über seine Eigenschaften, die er hat, ausgesagt. Logisch schlägt sich dies darin nieder, daß das kategorische Urteil mit einem einstelligen Prädikat als Grundform allen Urteilens angesehen wird, während mehrstellige Prädikate sich auf ontologisch uneigentliche Phänomene beziehen sollen. Das Aufkommen der neuzeitlichen Physik mit ihrer besonders durch DESCARTES radikal mathematisierten Naturvorstellung und die zentrale Bedeutung, die damit dem Funktionsbegriff zukommt, hat zwar mancherlei Veränderung herbeigeführt. Substanzen werden nun durch ein Geflecht von Beziehungen (Bewegungen und Kräfte) bestimmt; doch so, daß sich damit wieder nur der Wandel und die Modifikation an ihnen bei sonst konstanten Wesenseigenschaften erklärt. (So hat jeder Körper Masse, Ort und Geschwindigkeit.) Nicht aber sind diese den „Wesenszustand“ eines Körpers beschreibenden Eigenschaften als solche nur relational gegeben. Axiom S, wenn auch bereits stark von Axiom R bedrängt, kann sich also in dieser Phase immer noch behaupten. Daran ändert auch nichts KANTS Transzendentalphilosophie

und seine aus ihr abgeleitete dynamische Metaphysik der Natur. Denn mag das Objekt dort auch Erscheinung sein, so ist es doch als solche ganz und gar den soeben geschilderten Bedingungen unterworfen: Es hat Masse, Ort und Geschwindigkeit. Die Relativitätstheorie erscheint in diesem historischen Zusammenhang wie ein Schlußstein und Höhepunkt; ein Höhepunkt vor allem deswegen, weil hier Axiom R sozusagen der größtmögliche Spielraum zugestanden wird und es dennoch untergeordnet bleibt. Das ändert sich erst, wie vorhin bemerkt, unter dem Einfluß der dialektischen Philosophie einerseits und unter den neuen Gegebenheiten der Mikrophysik andererseits.

## VII. Kritik der Versuche, die Quantenmechanik mit einer neuen Logik in Zusammenhang zu bringen

Die Ergebnisse der vorigen Kapitel bedürfen einer wichtigen Ergänzung. Dort ist vor dem Irrtum gewarnt worden, mit REICHENBACHS Quantenlogik zu einer endgültigen, auf historische Zusammenhänge verzichtenden Entscheidung im Streit zwischen EINSTEIN und BOHR gelangen zu können. Das muß nun genauer erläutert werden.

Auch heute noch ist es eine weit verbreitete Meinung, die Quantenmechanik habe zu einer neuen Logik geführt und damit zugleich bisher nicht hinreichend beachtete Strukturen der Sprache sichtbar gemacht. Die alte Logik besitze gegenüber der neuen nur eine eingeschränkte Geltung; ja sie erweise sich in gewissen quantenmechanischen Fällen sogar als falsch. Hieraus werden dann philosophische Folgerungen gezogen. So meint man z. B. nunmehr erkannt zu haben, daß sich die formalen Grundlagen allen Denkens – und mit ihnen habe es die Logik doch zu tun – durch die Erfahrungen der modernen Physik gewandelt hätten; sie seien keineswegs so allgemeingültig und unveränderlich wie angenommen. Auch eröffneten sich damit ganz neue Einblicke in das Wesen des Denkens, ja der Sprache überhaupt; in der Quantenmechanik sei also etwas weit über die Physik Hinausgehendes von allgemeiner Bedeutung geschehen.

## 1. Der Versuch von Weizsäckers

Repräsentativ für solche Auffassungen sind insbesondere Arbeiten von C. F. VON WEIZSÄCKER. Dort wird die klassische Logik nur als ein methodisches Apriori aufgefaßt, das man bei der Formulierung der Quantenlogik benutzen müsse. Aber bei dem heutigen Stand der Dinge sei die Quantenlogik als die *wahre* Logik zu bezeichnen, welche die klassische Logik nur als Grenzfall enthalte. Man müsse einer der heutigen Physik „angepaßte Logik“ schaffen, und somit sei auch die Logik überhaupt wahr in einem Sinne, wie eine physikalische Theorie wahr sei, nämlich nicht absolut wahr, sondern immer weiterer Verbesserungen fähig. „Es wäre denkbar“, schreibt er dann wörtlich, „daß uns am Beispiel der heutigen Physik Strukturen des Seienden deutlich geworden wären, die mit der ontologischen Hypothese, welche der klassischen Logik zugrunde liegt, unvereinbar wären.“<sup>1</sup>

Es sei nun dahingestellt, ob der klassischen Logik irgendwelche Hypothesen, z. B. ontologische, zugrunde liegen. Hier ist vor allem darauf hinzuweisen, daß nach dieser Auffassung VON WEIZSÄCKERS eine bestimmte empirische Entwicklung innerhalb der modernen Physik eine Änderung der Logik zur Folge hat. Die Logik wird demnach in den Strom der Veränderung hineingezogen, der für die Naturwissenschaften verbindlich ist. Damit verliert sie offensichtlich jene unantastbare Apriorität, die seit jeher als ihr hervorragendes Merkmal angesehen wurde; und da ihr nur noch ein methodisches Apriori zugestanden wird, dazu dienlich, zu neuen Formen vorzustoßen, gerät sie schließlich in das schwankende Licht empirischer Verbesserungsfähigkeit.

---

<sup>1</sup> C. F. VON WEIZSÄCKER: Zum Weltbild der Physik, Stuttgart 71958, S. 301.

Ich frage nun: Hat die Quantenmechanik wirklich eine neue Logik entwickelt und die alte ins Wanken gebracht? Gehen wir, um dies zu erörtern, vom sog. YOUNG'schen Interferenzversuch am Schirm mit zwei Löchern aus.

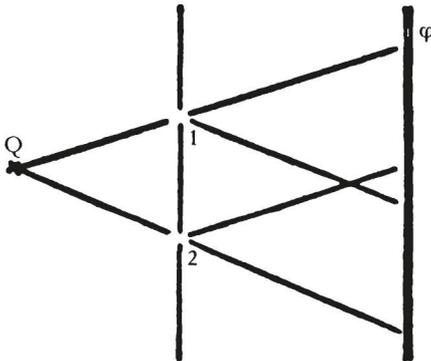


Abb. 1

Man lasse Elektronen von einer Quelle  $Q$  durch einen Schirm mit zwei Löchern hindurchgehen und auf einer photographischen Platte  $P$  auftreffen. Erfahrungsgemäß läßt sich dann der Ort des Auftreffens eines Teilchens auf die Platte nicht genau voraussagen, wohl aber eine Wahrscheinlichkeitsverteilung  $W$ . Ist nur das Loch 1 geöffnet, so betrage sie  $W_1$ ; ist nur das Loch 2 geöffnet, so  $W_2$ ; sind aber beide geöffnet, so betrage sie  $W_{12}$ . Es ist nun zu vermuten, daß gilt:

$$(1) \quad W_{12} = W_1 + W_2.$$

Das Experiment zeigt indessen, daß diese Gleichung falsch ist. Sei  $\psi(x)$  die in der Quantenmechanik eingeführten Wahrscheinlichkeitsamplitude, dann wird der Sachverhalt richtig so ausgedrückt:

$$(2) \quad W_1 = |\psi_1|^2, \quad W_2 = |\psi_2|^2, \quad W_{12} = |\psi_{12}|^2, \\ \psi_{12} = \psi_1 + \psi_2.$$

Man wird also nach den Voraussetzungen fragen, nach welchen die falsche Gleichung (1) zustande gekommen ist. Diese Voraussetzungen lauten:

1. Elektronen sind physikalisch Korpuskeln. 2. Jedes Korpuskel ist entweder durch das Loch 1 oder das Loch 2 geflogen. Tertium non datur (TND).

Die Anhänger der sog. Quantenlogik bestreiten nun nicht, daß man die erste dieser beiden Voraussetzungen fallen lassen kann. Und tatsächlich hat ja YOUNG aus dem hier angeführten Experiment auf die Wellennatur des Lichtes geschlossen. Sie ziehen es aber vor – aus Gründen, die wir hier nicht diskutieren können –, die Voraussetzung 2, also das Prinzip der klassischen Logik, aufzugeben, und glauben daraus eine Abänderung der Logik folgen zu müssen.

Wir wollen nun zunächst noch einmal auf die sehr durchsichtige und leicht zugängliche sog. „dreiwertige Logik“ blicken, die REICHENBACH entwickelt hat.<sup>2</sup> Er nennt sie „dreiwertige Logik“ deshalb, weil sie zu den beiden Werten „Wahr“ oder „Falsch“, welche Aussagen zukommen können, noch einen dritten, nämlich „Unbestimmt“ hinzufügt. Deswegen führt REICHENBACH folgendes Schema ein:

Schema 1

1	2	3
A	$\bar{A}$	$\sim A$
W	U	U
U	W	F
F	W	W

<sup>2</sup> H. REICHENBACH: Philosophische Grundlagen der Quantenmechanik, Basel 1949.

Die Spalte 1 zeigt, daß eine Aussage A wahr, unbestimmt oder falsch sein kann. Die Negation von A ( $\bar{A}$ ), die in Spalte 2 durch diese 3 Werte mit Rücksicht auf A definiert ist, kann also nicht – wie in der zweiwertigen Logik – das reine kontradiktorische Gegenteil von A sein. Daß sie nun aber so bestimmt ist, wie es durch Spalte 2 angegeben ist, müssen wir als eine willkürliche Definition hinnehmen. Sie wird ausschließlich – wie sich noch zeigen wird – durch die besondere Absicht geleitet, welche REICHENBACH mit diesem Schema verfolgt; nämlich einen der Quantenmechanik angepaßten Kalkül zu entwerfen. Dasselbe gilt für Spalte 3. Nennt REICHENBACH den Ausdruck in Spalte 2 „vollständige Negation“ ( $\bar{A}$ ), so den in Spalte 3 „zyklische Negation“ ( $\sim A$ ).

Mit Hilfe dieses Schemas werden nun Junktoren definiert, die an die Disjunktion und die Implikation, wie sie uns aus den Lehrbüchern der Satzlogik bekannt sind, anknüpfen. Dies zeigt wieder ein Schema:

Schema 2

A	B	Disjunktion $A \vee B$	alternative Implikation $A \rightarrow B$
1 W	W	W	W
2 W	U	W	F
3 W	F	W	F
4 U	W	W	W
5 U	U	U	W
6 U	F	U	W
7 F	W	W	W
8 F	U	U	W
9 F	F	F	W

Wie man sieht, stimmt die Disjunktion in den Zeilen 1, 3, 7 und 9 mit der geläufigen Definition von ihr überein. Das gleiche gilt für die Implikation in denselben Zeilen. Dort haben nämlich A und B nur die Wahrheitswerte wahr oder falsch.

Fügt man nun diesem letzten Schema noch eine Definition der Äquivalenz hinzu derart, daß zwei Aussagen äquivalent sein sollen, wenn sie beide wahr oder beide falsch oder beide unbestimmt sind, so lassen sich nunmehr folgende immer wahre, also tautologische Äquivalenzen aufstellen:

$$(3) \quad A \equiv \sim \sim \sim A$$

$$(4) \quad \bar{A} \equiv \sim A \vee \sim \sim A$$

$$(5) \quad \bar{A} \rightarrow B \equiv \bar{B} \rightarrow A.$$

Setzt man nämlich in der ersten Äquivalenz (3) für A den Schema 1, daß  $\sim \sim \sim A$  ebenfalls wahr sein muß. Setzt man A als falsch, so folgt, daß auch  $\sim \sim \sim A$  falsch ist, und setzt man schließlich für A unbestimmt, so wird  $\sim \sim \sim A$  gleichfalls unbestimmt sein. Damit ist die Äquivalenz in jedem möglichen Falle wahr, also immer wahr. Dasselbe läßt sich auf die gleiche Weise für die beiden restlichen Äquivalenzen (4) und (5) nachweisen. Nun behaupte man den Ausdruck:

$$(6) \quad A \vee \sim A \rightarrow \sim \sim B.$$

Auf Grund von (3), (4) und (5) folgt aus (6):

$$(7) \quad B \vee \sim B \rightarrow \sim \sim A.$$

Und hieraus folgt wieder (6). Also implizieren sich (6) und (7) wechselweise:

$$(8) \quad A \vee \sim A \rightarrow \sim \sim B \Leftrightarrow B \vee \sim B \rightarrow \sim \sim A.$$

Mit Hilfe des ersten und zweiten Definitionsschemas kann man nun die Behauptung (6) in Worten folgendermaßen lesen:

Wenn A wahr oder falsch ist, dann ist B unbestimmt; und die Behauptung (7) liest man: Wenn B wahr oder falsch ist, dann ist A unbestimmt.

Eine solche Beziehung zwischen A und B ist aber genau das, was man in der Quantenmechanik unter Komplementarität versteht. Hat nämlich z. B. eine Messung des Ortes eines Teilchens stattgefunden, so ist die Aussage A, daß das Teilchen sich an dem und dem Ort befindet, wahr oder falsch; dann aber wird die Aussage B, daß dieses Teilchen den und den Impuls hat, grundsätzlich unentscheidbar und damit unbestimmt. Man könnte also (6) auch kurz so lesen: A ist zu B komplementär. Und folglich (8): Wenn A zu B komplementär ist, so auch B zu A; die Komplementarität ist also symmetrisch. Und diese Symmetrie (z. B. von Ort und Impuls) ist ein empirisches Gesetz der Quantenmechanik.

Worin besteht also diese sog. dreiwertige Logik, diese sog. Quantenlogik, in welcher das TND nicht vorkommt, genauer?

Sie besteht aus einer Reihe willkürlicher Definitionen, die wir auch als axiomatische Ausgangspunkte betrachten können, wobei diese Axiome für sich keine irgendwie unmittelbar und intuitiv einsehbare allgemeine Geltung besitzen. Sie sind vielmehr eigens so konstruiert, damit dann am Ende bei einer entsprechenden Interpretation gewisse empirische Tatsachen der Quantenmechanik und ihrer Gesetze formuliert werden können. Man hat es also hier zwar mit einem eigens der Quantenmechanik angepaßten Aussagenkalkül zu tun. Ist es aber dem Begriff der Logik adäquat, einen solchen Aussagenkalkül eine *Aussage*logik zu nennen?

Die Logik hat die Eigenschaft, auf eine axiomatische Form gebracht werden zu können. Man führt Axiome ein und leitet aus diesen mit Hilfe von Regeln Theoreme ab. Die an die Tradition anknüpfende Auffassung lehrt, diese Axiome müßten allgemein gültige Folgerungen ausdrücken. Als Beispiel für die Syllogistik sei der Modus Barbara genannt, als Beispiel für die Aussagenlogik die Schlußform „Wenn A, dann A“. Die allgemeine Gültigkeit der logischen Axiome bedeutet nun nach einer auf LEIBNIZ zurückgehenden Definition, daß sie in allen möglichen Welten gelten. Dasselbe ist gemeint, wenn man heute sagt, die Logik habe Tautologien zum Gegenstand, also Aussagen, die nichts über die Welt aussagen. Denn was für alle möglichen Welten gilt, das kann nichts über die bestimmte Welt verraten, die wirklich existiert. Ich füge dem noch eine von LORENZEN stammende Definition der Logik hinzu: Sie ist nach ihm die Lehre von den für beliebige Kalküle zulässigen Regeln. Auch diese Definition knüpft, wie leicht ersichtlich, an den überlieferten Begriff der Logik an.

Nun ist die wechselseitige Komplementarität gewisser Aussagen in der modernen Physik eine kontingente Eigenschaft dieser Welt, etwas, was zu ihrem Sosein gehört und nicht zu jeder möglichen Welt. Ebenso sind Regeln von Aussagensystemen, in denen sich dies ausdrücken läßt, nicht zulässige Regeln für beliebige Kalküle überhaupt oder Tautologien. Folglich kann man ein solches axiomatisch entwickeltes Aussagensystem nicht eine *Aussagenlogik* nennen, wenn man überhaupt das Kriterium der Adäquatheit einer Definition anerkennt. Denn dies besagt, daß der Willkür der Begriffsbestimmung durch den allgemeinen Gebrauch eines Begriffes eine Grenze gesetzt ist. Erkennt man das Kriterium der Adäquatheit aus irgendeinem Grund nicht an, so läßt sich

hier erst recht nicht davon sprechen, daß die Quantenmechanik zur Ausbildung einer neuen Logik geführt habe; denn dann ließe sich eben nur erklären, man habe einen bestimmten Aussagenkalkül eine Aussagenlogik zu nennen *beliebt*. Irgendeine – doch beanspruchte – philosophische Bedeutung, irgendeine neue, generelle Erkenntnis über die Formen und Weisen des Denkens überhaupt könnte eine solche willkürliche Erklärung natürlich nicht einschließen.

Aber ganz davon abgesehen zwingt die Aufgabe des TND, wie sie der YOUNGSCHE Interferenzversuch nahezu legen schien und wie sie sich in dem dreiwertigen Aussagenkalkül der Quantenlogik spiegelt, keineswegs zu einer Abänderung der durch den überlieferten Begriff bestimmten Logik. Denn es hat sich nämlich gezeigt, daß das TND nicht für beliebige Kalküle oder in allen möglichen Welten gelten kann, also kein eigentlich logischer Grundsatz ist.

## 2. *Der Versuch Mittelstaedts*

Ein weiterer Versuch, den Aussagenkalkül der Quantenmechanik als Quantenlogik aufzufassen, stammt von PETER MITTELSTAEDT, der ihn in seinem Buch „Philosophische Probleme der modernen Physik“ veröffentlicht hat.<sup>3</sup> Er stützt sich dabei auf die von LORENZEN begründete sog. Dialogische Logik, deren Grundgedanke hier folgendermaßen skizziert sei:<sup>4</sup>

Es wird zunächst vorausgesetzt, daß bekannt ist, wie elementare, also nicht zusammengesetzte Aussagen (z. B.

---

<sup>3</sup> P. MITTELSTAEDT: Philosophische Probleme der modernen Physik, Mannheim 1963.

<sup>4</sup> P. LORENZEN: Meta-Mathematik, Mannheim 1962.

„der Mond ist rund“, „das Wetter ist schön“ usw.) bewiesen werden können. Nun behaupte jemand – er wird Proponent (P) genannt –: Wenn A, so B ( $A \rightarrow B$ ). Ein anderer – sein Opponent (O) – bestreite das. Dies kann aber offenbar nur so geschehen, daß der Opponent selbst A beweist, und daraufhin vom Proponenten verlangt, er solle nun seinerseits B beweisen. Denn  $A \rightarrow B$  besteht doch offenbar in der Behauptung, daß, wenn A vorliegt, auch B vorliegt. Der sich so entspinnde Dialog läßt sich also – wenn der Proponent gewinnt – schematisch folgendermaßen darstellen:

P	O
Beh.: $A \rightarrow B$	Beh.: A
Wieso A?	Beweis von A
Beh.: B	Wieso B?
Beweis von B.	

Will der Opponent gewinnen, so muß er also zuerst A beweisen, in der Hoffnung, daß dann der Proponent den Beweis von B schuldig bleibt. Der Opponent hat verloren, wenn er entweder A nicht beweisen, oder der Proponent den Beweis von B erbringen kann. Und der Proponent hat verloren, wenn der Opponent den Beweis von A, er selbst aber den von B nicht erbringen kann.

Nun nehmen wir an, der Proponent behaupte  $A \rightarrow (B \rightarrow A)$ . Der Opponent bestreitet dies. Wie muß sich der Dialog nun entwickeln? Dies zeige wieder ein Schema:

P	O
1. $A \rightarrow (B \rightarrow A)$	1. A
2. Wieso A?	2. Beweis von A
3. $B \rightarrow A$	3. B
4. Wieso B?	4. Beweis von B
5. A	5. Wieso A?
6. siehe O 2.	

P hätte schon in Zeile 2 gewonnen, wenn O den Beweis von A nicht erbringen könnte. Da O aber dazu in der Lage ist, muß P nun die Konklusion aus seiner behaupteten Implikation in Zeile 1 behaupten. Nun muß O B beweisen, sonst hat er verloren. Da es ihm gelingt, muß P erneut eine Konklusion, nämlich diejenige aus der Implikation  $B \rightarrow A$  behaupten; und dies gelingt ihm unter Hinweis darauf, daß O den Beweis von A ja bereits selbst in der zweiten Zeile erbracht hat.

Der Proponent hat also nicht nur gewonnen, sondern er wird diesen Dialog immer gewinnen müssen, ganz gleichgültig, welches der besondere Inhalt von A oder B ist, und ganz unabhängig davon, ob A oder B bewiesen werden können. Die Behauptung  $A \rightarrow (B \rightarrow A)$  kann daher allgemein gültig genannt werden, weil sie in jedem beliebigen Dialog verteidigt und gewonnen werden kann; und eben deshalb ist sie eine Behauptung der Logik, genauer, in LORENZENS Terminologie, der sog. effektiven Aussagenlogik, für welche die Idee einer allgemeinen Gültigkeit leitend ist. Eben deswegen kommt in ihr das TND auch nicht vor.

MITTELSTAEDT ist nun der Ansicht, daß unter Berücksichtigung der Quantenmechanik die effektive Aussagenlogik z. T. entweder falsch oder nicht anwendbar werde. Jetzt wird also nicht nur das TND angegriffen; sondern jetzt soll selbst diejenige Logik kritisiert werden, die auf das TND verzichtete und deren allgemeine Gültigkeit eben deswegen erwiesen schien.

Wörtlich schreibt MITTELSTAEDT:

„Entweder man setzt die Kenntnis der Quantentheorie in dem Sinn voraus, daß von zwei Aussagen jeweils bekannt ist, ob sie kommensurabel sind oder nicht – dann bleibt die Logik in vollem Umfang gültig, einige ihrer Gesetze verlieren aber ihre Anwendbarkeit . . . Oder man klam-

mert die Kenntnis der Quantenmechanik ausdrücklich aus . . . – dann werden einige Gesetze der klassischen Logik falsch, diejenigen Gesetze der Logik, die auch unter diesen Umständen noch gültig sind, bilden dann in ihrer Gesamtheit die Quantenlogik.“<sup>5</sup>

Wie aber – so wird man sogleich fragen, – kann ein Teil der Logik dadurch falsch werden, daß man ein gewisses empirisches Wissen – nämlich die Kenntnis der Quantenmechanik – nicht besitzt? Und wie kann andererseits ihre Nichtanwendbarkeit davon abhängen, daß man diese Kenntnis hat?

Aber betrachten wir uns MITTELSTAEDTS Gedankengang näher. Er benützt hierbei das bereits vorhin angegebene Beispiel eines Satzes, der immer gültig ist, weil er in einem Dialog immer gewonnen werden kann, nämlich:  $A \rightarrow (B \rightarrow A)$ . Nehmen wir an, A und B seien komplementäre Aussagen der Quantenphysik, dann bedeutet O 2., daß A durch eine Messung bewiesen wurde, und O 4., daß auch B durch eine Messung bewiesen wurde. Nun kann aber die Proponent in der 6. Zeile nicht mehr auf O 2. verweisen; denn da die Messung, wodurch B bewiesen wurde, diejenige aufhebt, wodurch A bewiesen wurde – es handelt sich ja um komplementäre Aussagen – so ist A in der Zeile 6 gar nicht mehr verfügbar. Auf die Frage des Opponenten „Wieso A?“ (O 5.) kann also der Proponent nicht mehr antworten; er hat folglich, meint MITTELSTAEDT, verloren.

Werde also der Satz  $A \rightarrow (B \rightarrow A)$  in Unkenntnis der Quantenmechanik schlechthin und als allgemein gültig behauptet – wie das in der effektiven Logik der Fall ist – so sei das falsch.

Anders liege der Fall, wenn man die Quantenmechanik

---

<sup>5</sup> MITTELSTAEDT: a. a. O. S. 128.

schon kenne. Dann könne der Proponent den Dialog über den Satz  $A \rightarrow (B \rightarrow A)$  verteidigen. Denn der Opponent würde ja in der vierten Zeile durch den Beweis von B seine eigene Voraussetzung, nämlich den Beweis von A, wieder aufheben. In diesem Falle sei die genannte Implikation eben deswegen allgemein beweisbar, weil sie gar nicht anwendbar wäre.

Aber diese Auffassung ist unhaltbar: Liest man den Satz  $A \rightarrow (B \rightarrow A)$  so, wie das die exakten Definitionen der Logik notwendig machen, so wird sogleich klar, daß seine allgemeine Gültigkeit gesichert ist und in keiner Weise von irgendwelchen Kenntnissen der Quantenmechanik abhängen kann. Er lautet nämlich: „Wenn A bewiesen ist, dann ist, wenn B bewiesen ist, auch A bewiesen“. In dem Falle, daß nun A nicht bewiesen ist, bleibt er gültig, weil er eben ja nur für *den* Fall etwas aussagt, in dem A bewiesen ist. Und ist durch den Beweis von B der Beweis von A aufgehoben, so ist doch wieder nur die Prämisse nicht gegeben, die eben lautet, daß A bewiesen ist. Auch dann also bleibt der Satz gültig. Ob ein Satz der Logik in einem gegebenen Falle anwendbar ist oder nicht, ist ohne jedes Interesse. Denn dies berührt nicht seine Wahrheit.

### 3. Der Versuch Stegmüllers

Daß man im Zusammenhang mit der Quantenphysik von einer nichtklassischen Logik sprechen müsse, hat neuerdings auch STEGMÜLLER behauptet.<sup>6</sup> Gestützt auf einige Arbeiten von SUPPES<sup>7</sup> geht er dabei von folgender These aus: „Die Quantenphysik enthält ein wahrscheinlich-

<sup>6</sup> W. STEGMÜLLER: Theorie und Erfahrung, Berlin 1970.

<sup>7</sup> P. SUPPES: The Probabilistic Argument for a Non-Classical Logic of Quantum Mechanics, in: Philosophy of Science 33 (1966) S. 14–21.



Elemente einer Menge  $\Omega$  definiert ist und deren Werte reelle Zahlen sind. Von  $\mathcal{Z}$  läßt sich dann eine *Verteilung*  $F_{\mathcal{Z}}$  gewinnen, indem die Wahrscheinlichkeitsfunktion  $W$  auf bestimmte Mengen angewandt wird, die durch die Zufallsfunktion  $\mathcal{Z}$  wie folgt gebildet werden:

$$F_{\mathcal{Z}}(x) = W(\{\xi \mid \xi \in \Omega \wedge \mathcal{Z}(\xi) \leq x\}).$$

Mit diesen Mitteln können die quantenphysikalischen Größen als Zufallsfunktionen gedeutet werden. Für den Erwartungswert  $E$  einer Verteilung  $F$  gilt somit

$$E(\mathcal{Z}) = \sum_{i=1}^n x_i F'_{\mathcal{Z}}(x_i), \quad F'(x) \equiv \frac{dF(x)}{dx},$$

und für die Standardabweichung  $S$  gilt entsprechend

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - E(\mathcal{Z}))^2 F'(x_i)}.$$

Aus dieser Skizze ergibt sich das von STEGMÜLLER behauptete Paradoxon wie folgt:

Die Quantenphysik läßt sich als eine Theorie über Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Zufallsfunktionen deuten. Die physikalischen Größen werden dabei durch die Zufallsfunktionen repräsentiert. Wenn nun  $\mathcal{Z}$  und  $\mathcal{Y}$  Zufallsfunktionen sind, denen die Verteilungen  $F_{\mathcal{Z}}$  und  $F_{\mathcal{Y}}$  zugeordnet sind, so sollte es eine gemeinsame Verteilung  $F_{\mathcal{Z}\mathcal{Y}}$  durch folgende Bildungsvorschrift geben:

$$F_{\mathcal{Z}\mathcal{Y}}(x,y) = W(\{\xi \mid \xi \in \Omega \wedge \mathcal{Z}(\xi) \leq x \wedge \mathcal{Y}(\xi) \leq y\}),$$

denn die in der Klammer auszuführenden Operationen sind nach den Regeln der klassischen Logik und Wahrscheinlichkeitstheorie definiert. *Im Widerspruch hierzu* gibt es in der Quantenphysik zwar zu gewissen Größen eine Verteilung, jedoch keine gemeinsame Verteilung.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> A. a. O. S. 452.

Aus diesem Paradoxon führt nach STEGMÜLLER nur ein vernünftiger Ausweg, nämlich den Begriff des Ereigniskörpers neu zu definieren. Und zwar eben so, daß die Konjunktion zweier Ereignisse  $a$  und  $b$  nicht allgemein existiert. Das aber würde nach STEGMÜLLER bedeuten, daß der Ereigniskörper, dessen Elemente ja als Sachverhalte bzw. Propositionen aufzufassen sind, nicht mehr die Struktur eines Booleschen Verbandes hätte, (1) und (2) also nicht mehr im Sinne der klassischen Aussagenlogik zu verstehen wären. Eine solche Modifikation laufe daher „tatsächlich auf nichts Geringeres hinaus als auf die *Annahme einer nichtklassischen Logik der Ereignisse*“<sup>10</sup>.

Gegen diese Auffassung kann man grundsätzlich auf dieselbe Weise argumentieren wie gegen diejenige von MITTELSTAEDT. Wenn die klassische Logik fordert, daß die Konjunktion zweier Sätze  $A, B$  allgemein existiert, dann ist doch selbstverständlich dabei vorausgesetzt, daß sowohl  $A$  wie  $B$  *unabhängig voneinander wahrheitsdefinit* sind. So bedeutet z. B. die Formel „ $A, B \rightarrow A \wedge B$ “: Wenn sowohl  $A$  für sich wie  $B$  für sich bewiesen sind, dann ist auch  $A \wedge B$  bewiesen. Und wieder bleibt doch die Geltung dieser Formel für den Fall, daß diese Voraussetzung nicht zutrifft, unangetastet.

Nun ist zunächst darauf hinzuweisen, daß STEGMÜLLER bei seiner Erörterung der Quantenlogik mit SUPPES von einer verschärften Unbestimmtheitsrelation ausgeht, der gemäß bei einer Impulsmessung eine Ortsverteilung überhaupt nicht wahrheitsdefinit sein soll und umgekehrt. Damit aber existiert das Paradoxon nach seinen, STEGMÜLLERS eigenen Voraussetzungen gar nicht, von dem er die Notwendigkeit ableitet, eine nichtklassische

---

<sup>10</sup> A. a. O. S. 455.

Logik der Ereignisse behaupten zu müssen. Denn wenn von zwei möglichen Verteilungen A und B immer nur *eine* wahrheitsdefinit sein kann, so widerspricht es ja auch nicht der klassischen Logik, wenn es von ihnen nicht eine gemeinsame Verteilung gibt.

Daher scheint mir der Ausdruck „Quantenlogik“ irreführend und nichts als Verwirrung stiftend. Die Quantenmechanik hat nicht – wie man heute so oft hört – zu einer neuen Logik geführt, sie hat nicht dem Denken neue Formen gegeben, sie hat nicht die Logik in den steten Fluß und Fortschritt der empirischen Wissenschaften mit hineingerissen. Dagegen setzt auch sie die allgemein gültigen Sätze der effektiven Logik voraus.

Für den hier vertretenen Standpunkt ist es sehr aufschlußreich, sich daran zu erinnern, aus welchen Gründen z. B. REICHENBACH seinen der Quantenmechanik angepaßten Aussagenkalkül, den er eine dreiwertige Logik nennt, entwickelt hat. Er geht hierbei davon aus, daß die durch BOHR und HEISENBERG begründete sog. Kopenhagener Schule zu einer Interpretation quantenmechanischer Vorgänge gelangt ist, welche folgendes Theorem einschließen: „Wenn zwei Aussagen komplementär sind, dann ist höchstens eine davon sinnvoll; die andere ist sinnlos.“

Dieses Theorem sei nun ein physikalisches Gesetz, nämlich nur eine andere Fassung der HEISENBERGSchen Unschärferelation, die ja eine gleichzeitige Messung unvertauschbarer Größen ausschließt. Damit habe dieses Gesetz aber eine semantische Form erhalten, es sage ja etwas über den Sinn von Aussagen aus und gehöre daher zur quantenmechanischen Metasprache. Darin aber liege etwas Unbefriedigendes, ja Unnatürliches. Gesetze werden üblicherweise objektsprachlich formuliert. Auch beziehe sich das genannte Theorem auf die ganze Klasse

sowohl sinnvoller wie sinnloser Sätze; da es aber nur ein Gesetz ausdrücke, so seien damit in gewissem Sinne auch sinnlose Ausdrücke in die Physik aufgenommen.

REICHENBACH entwirft daher seine sog. dreiwertige Logik *nur zu dem Zwecke*, die Unschärferelation im Rahmen einer Objektsprache zu formulieren. Betrachten wir wieder die Behauptung

$$A \vee \sim A \rightarrow \sim \sim B,$$

so heißt sie, metasprachlich interpretiert, zwar: Wenn A wahr oder falsch ist, dann ist B unbestimmt; aber es ist doch ein Ausdruck einer Objektsprache und ließe sich lesen: A oder zyklisch nicht A impliziert zyklisch *nicht nicht* B.<sup>11</sup>

So zeigt sich: Was mit der sog. dreiwertigen Logik, der sog. Quantenlogik, eigentlich beabsichtigt wird, das ist nichts anderes als eine Art der Formulierung quantenmechanischer Gesetze in einer Weise, wie sie überhaupt in der Physik üblich ist.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> In der Redeweise REICHENBACHS: A oder nächst A impliziert nächst nächst B.

<sup>12</sup> Auf die zum Thema Quantenlogik erschienenen Arbeiten von E. SCHEIBE (Die kontingenten Aussagen der Physik. Axiomatische Untersuchungen zur Ontologie der klassischen Physik und der Quantentheorie, Frankfurt a. M. – Bonn 1964), von H. LENK (Kritik der logischen Konstanten, Berlin 1968) und von J. D. SNEED (Quantum Mechanics and Probability Theorie, in: Synthese, Heft 1, Bd. 21 [1970]) braucht hier nicht eingegangen zu werden, da ich mich nur auf diejenigen Autoren beschränkt habe, welche die *Unverträglichkeit* von Quantentheorie und klassischer Logik behaupten.



## Zweiter Teil

# Theorie der Wissenschaftsgeschichte und der Geschichtswissenschaften



## VIII. Grundlagen einer allgemeinen historistischen Theorie der empirischen Wissenschaften

Man nennt unser Zeitalter das wissenschaftlich-technische. Damit ist gemeint, daß die Wissenschaft heute eine beherrschende Rolle spielt und beinahe alles durch sie beeinflußt ist. Ihre Stellung kann daher durchaus, wie befremdlich dies auch zunächst klingen mag, mit derjenigen der Theologie in vergangenen Zeiten verglichen werden. Wie diese einst das ganze Leben durchdrang, und am Ende alles mit ihr gedeutet, begriffen und gemeistert werden sollte, so hält man heute die Wissenschaft für überall zuständig und gesteht ihr zu, allenthalben mitzusprechen. Hat man früher die Priester vor bedeutenden Unternehmungen befragt, so nun die Wissenschaftler. Sowohl in öffentlichen wie privaten Angelegenheiten werden sie als Berater herangezogen und zwar selbst dann, ja bisweilen gerade dann, wenn sie noch recht umstrittene Gebiete vertreten wie Soziologie und Futurologie. Phantastische Summen werden für die Wissenschaften und für wissenschaftliche Unternehmungen, dem Bau von Kathedralen in vergangenen Zeiten vergleichbar, ausgegeben, und wie man früher meinte, keiner werde selig ohne theologische Unterweisung, so glaubt man heute, niemand werde glücklich, er habe denn an einer Universität studiert.

Wem verdankt die Wissenschaft diese überragende Rolle? Sie verdankt sie der im Zeitalter der Aufklärung entsprungenen Meinung, daß die Wissenschaft, und sie alleine, den rechten Zugang zur Wahrheit eröffne und daß sie





hang einzufügen sind, der sie erst ermöglichte. Die alten Tatsachen aber werden mit neuen Theorien teils umgedeutet, teils ausgeklammert, teils überhaupt für bloßen Schein erklärt. Man denke zum Beispiel an das Aufkommen der Mechanik im 17. Jahrhundert. Nachdem ihre Grundidee in die Welt gesetzt war, ließ sich eine Fülle neuer Bewegungsgesetze entdecken. Die vorher mit ARISTOTELES mehr biologisch gedeuteten Erscheinungen wurden nunmehr auf ganz neue Weise aufgefaßt, und alles wurde unter mechanischen Gesichtspunkten gesehen. Das Lebendige, einst im Mittelpunkt, hatte darin kaum noch Platz. „Animalia sunt automata“ erklärte DESCARTES kategorisch und fegte es damit förmlich vom Tisch. Dieses Beispiel zeigt, wie ich glaube, deutlich, daß Neues in den Wissenschaften nicht einfach als Erweiterung, Verbesserung, Bereicherung des Alten angesehen werden kann. Oft ist sein Auftreten eher dem Entstehen einer ganz anders gedeuteten Welt zu vergleichen, mit veränderten, teils erweiterten, teils verengten Inhalten.

Gestützt auf die bereits in den vergangenen Kapiteln erarbeiteten Ergebnisse fasse ich noch einmal zusammen: Der empiristisch-rationalistische Wissenschaftsoptimismus beruht aus folgenden Gründen auf einer Illusion:

- 1) gibt es weder absolute wissenschaftliche Tatsachen noch absolute Grundsätze, auf die sich die Wissenschaften stützen könnten,
- 2) gibt die Wissenschaft nicht notwendigerweise ein ständig verbessertes und erweitertes Bild derselben Gegenstände und desselben empirischen Inhalts, und
- 3) gibt es nicht den mindesten Grund anzunehmen, sie nähere sich im Laufe der Geschichte irgendeiner absoluten, nämlich theoriefreien Wahrheit. (Von der absoluten Wahrheit wird noch ausführlicher im Kapitel XI die Rede sein.)

1. *Eine historische Situation entscheidet über  
Tatsachen und Grundsätze und nicht umgekehrt.  
Geschichtliche Systeme und geschichtliche  
Systemmengen*

In den vorangegangenen Kapiteln wurde mehr anhand von Beispielen gezeigt, daß naturwissenschaftliche Aussagen eine historische Rechtfertigung finden können. Das vorliegende Kapitel soll nun *erstens* dazu dienen, diese Ergebnisse zu verallgemeinern und auf empirische Theorien überhaupt, sie seien naturwissenschaftlich oder nicht, auszudehnen, *zweitens* die *logische Struktur dieser Rechtfertigungen* genauer und systematisch zu analysieren sowie die hierfür erforderlichen Kategorien bereitzustellen, *drittens* schließlich die Befürchtungen als ungerichtet zurückweisen, daß eine solche *historistische* Deutung der Wissenschaft dem Relativismus und Skeptizismus die Tür öffnet sowie alle Hoffnung auf einen wissenschaftlichen Fortschritt zerstört.

Ich beginne mit der These: Eine historische Situation entscheidet über wissenschaftliche Tatsachen und Grundsätze und nicht umgekehrt.

Um dies zu verdeutlichen, werde ich zunächst den Begriff ‚geschichtliche Situation‘ mit Hilfe von zwei *geschichtswissenschaftlichen* Kategorien definieren, die ich ‚*geschichtliches System*‘<sup>2</sup> und ‚*geschichtliche Systemmenge*‘ nenne.

Die Kategorie ‚geschichtliches System‘ bezieht sich auf die Struktur geschichtlicher Prozesse überhaupt und nicht nur wissenschaftlicher. Solche Prozesse verlaufen einmal im Einklang mit Naturgesetzen, biologischen Ge-

---

<sup>2</sup> Den Begriff „geschichtliches System“ habe ich zum ersten Mal in meinem Aufsatz über „Philosophische Fragen der Zukunftsforschung“ eingeführt. In: Studium Generale 24 (1971).

setzen, psychologischen, physikalischen usf., aber auch im Einklang mit Regeln, welche von Menschen gemacht wurden; und nur auf die letzteren will ich hier die Aufmerksamkeit wenden. Dieser Art Regeln gibt es so viele, als es Bereiche des Lebens gibt. Man denke an die Regeln des täglichen Umgangs unter Menschen, überhaupt an die mannigfaltigen Beziehungen, in denen Menschen zueinander stehen können; an die Regeln der Geschäftswelt, der Wirtschaft, des Staatslebens, an die Regeln der Kunst, der Musik, der Religion und nicht zuletzt der Sprache. Da solche Regeln einerseits geschichtlich entstanden und daher auch geschichtlichem Wandel unterworfen sind und da sie andererseits zugleich unserem Leben so etwas wie eine systematische Verfassung geben, spreche ich von *geschichtlichen Regelsystemen*, im folgenden kurz von Systemen. Zwar entsprechen sie meist nicht gewissen Idealen der Exaktheit und der Vollständigkeit, aber im allgemeinen sind sie doch so genau wie nötig, um in Situationen, für die sie gedacht sind, anwendbar zu sein. Im Gegensatz zu einer weit verbreiteten Meinung kann man daher behaupten, daß auch unser außerwissenschaftliches Leben weitgehend eine gewisse Rationalität und Logik besitzt, sofern es sich eben innerhalb solcher Systeme abspielt.

Ein geschichtliches System kann als ein axiomatisches System aufgefaßt werden oder als etwas, das durch ein solches beschreibbar ist. Wenn es sich um ein exaktes Axiomensystem und damit um den *idealen Fall* handelt, dann liegen einige wenige exakt formulierte Axiome und ein Ableitungsmechanismus vor, mit dem man aus ihnen andere Sätze oder Zeichen gewinnen kann. Ein Beispiel hierfür ist eine streng aufgebaute physikalische Theorie als Gegenstand der Wissenschaftsgeschichte; ein Beispiel für ein System, das selbst kein exaktes Axiomensystem

*ist*, wohl aber durch ein solches *beschrieben* werden kann, ist eine wirkliche Maschine, für die es ein mathematisches Modell gibt; sie könnte die Geschichtsschreibung der Technik beschäftigen. Wenn das System nicht ideal ist – und dies ist, wie gesagt, meistens der Fall –, so ist es auch nicht durch ein ideales System beschreibbar. Axiome und Ableitungen können zwar auch in diesem Fall durchaus gegeben oder beschreibbar und, wie gesagt, situationsgerecht verwertbar sein, aber sie sind mehr oder weniger vage, zumindest nicht streng formalisierbar. Dazu gehören die vorhin schon genannten Systeme des praktischen wie kulturellen Lebens, ferner Wertsysteme, Rechtssysteme, politische Kalküle usf. Sie alle sind, wenn nicht selbst vage Axiomensysteme, so doch als solche beschreibbar.

Unter einer geschichtlichen Systemmenge – der zweiten vorhin genannten geschichtswissenschaftlichen Kategorie – verstehe ich nun eine strukturierte Menge von teils gegenwärtigen, teils überlieferten Systemen, die weitgehend untereinander in mannigfaltigen Beziehungen stehen und in deren Umkreis sich eine Gemeinschaft von Menschen zu irgendeinem Zeitpunkt bewegt. Wissenschaftliche Systeme, nämlich Theorien und Theorienhierarchien sowohl wie die Regeln wissenschaftlichen Arbeitens sind also ein Teil dieser Gesamtmenge, welche die Welt von Regeln darstellt, in der wir jeweils leben und wirken.

Die Beziehungen, in denen die Elemente dieser Menge zueinander stehen, können zum Beispiel solche der praktischen Motivation sein, etwa wenn ein System von einem anderen aus moralisch beurteilt, gestützt oder verworfen wird. Ich erinnere an die früher üblichen Korrekturen theoretisch-wissenschaftlicher Aussagen mit Hilfe theologisch-ethischer Axiome; an die heute aufkommende

Neigung, wissenschaftliche Projekte nach Richtlinien sogenannter „gesellschaftlicher Relevanz“ zu beurteilen usf. Eine andere Form der Beziehung zwischen Systemen ist diejenige der theoretischen Kritik des einen mit Hilfe des anderen. Man denke an LEIBNIZ' Kritik an NEWTON mit Hilfe seiner relativistischen Philosophie des Raumes und umgekehrt an EULERS Kritik solcher relativistischer Philosophien auf der Grundlage des von ihm für evident gehaltenen Trägheitsprinzips; oder an die häufig auftretende Ablehnung ethischer Axiome mit Berufung auf die theoretische Behauptung von der durchgängigen Determiniertheit aller Ereignisse, also auch des menschlichen Handelns. Mit diesen wenigen Hinweisen auf mögliche Beziehungen von Systemen untereinander muß ich es hier bewenden lassen. Doch muß betont werden, daß es auch Systeme in einer Systemmenge geben kann, die miteinander unverträglich und solche, die miteinander sogar inkommensurabel sind.

Mit Hilfe der soeben erläuterten geschichtswissenschaftlichen Kategorien kann ich jetzt den Begriff ‚historische Situation‘ näher definieren: Ich verstehe darunter einen geschichtlichen Zeitraum, der durch eine bestimmte Systemmenge beherrscht wird, und ich behaupte nun: Jeder geschichtliche Zeitraum hat diese Verfassung.

Wenn wir in expliziter Form sagen wollten, zu der und der Zeit gab es die und die Systemmenge, so müßten wir eine logische Konjunktion von axiomatischen Theorien angeben, deren jede je einem System dieser Systemmenge als seine Beschreibung zugeordnet ist. Selbstverständlich ist dies nur eine *regulative Idee*, die ich aber im Unterschied zu den KANTSchen nur *praktisch* eine regulative Idee nennen möchte. Es ist nur eine Idee, sofern niemand einen Zeitraum in der angegebenen Weise erschöpfend beschreiben kann; sie ist regulativ, weil wir mit ihr aufgefor-

dert sind, über jeden in der Systemmenge festgestellten Zusammenhang zu einem weiteren oder umfassenderen fortzuschreiten; und sie ist nur praktisch eine Idee, weil sie eben nur praktisch nicht erfüllt werden kann, in Wahrheit aber doch mit ihr eine *endliche* Menge gemeint ist.

Wenn die Systemmenge wegen der Beziehungen, in welcher die Elemente zueinander stehen, eine Struktur hat, so könnte man auf den Gedanken kommen, daß vielleicht alle diese Elemente aus einem Grundelement der Menge ableitbar sind. Das ist jedoch gewiß falsch. Zwar können wir regulativ von jedem Punkt ihres Geflechtes in dieser oder jener Richtung, wenn auch zumeist nicht in allen Richtungen fortschreiten und dabei mancherlei Zusammenhänge feststellen. Aber viele Elemente der Menge sind, wie gesagt, zueinander inhomogen, miteinander inkommensurabel oder widersprechen sich gar.

Fassen wir noch einmal zusammen. Die Systemmenge ist nach einer praktisch-regulativen Idee durch eine Konjunktion axiomatischer Theorien beschreibbar; zwischen den Elementen dieser Konjunktion lassen sich in der angedeuteten Weise Beziehungen herstellen.

Wenn ich also vorhin sagte, eine historische Situation bestimme über Tatsachen und Grundsätze und nicht umgekehrt, so meinte ich damit genauer, daß die für einen bestimmten geschichtlichen Zeitraum charakteristische Systemmenge diese bestimmende Macht ausübt. Betrachten wir zur Erläuterung zunächst einige Beispiele. Sie sind absichtlich den vorangegangenen Kapiteln entnommen, um zu zeigen, wie sich diese nun in das neue Deutungsschema einfügen und mit ihm betrachtet werden können.

Tatsachen und Grundsätze, auf denen das Ptolemäische System beruhte, wurden, wie vorher erwähnt, durch die damals herrschende Aristotelische Lehre vom Unter-

schied zwischen der translunaren und sublunaren Sphäre vermittelt. Nach dieser Lehre ist die menschliche Wahrnehmung nur innerhalb des irdischen Bereichs eine verlässliche Erkenntnisquelle. So verstanden, widersprachen die himmlischen Tatsachen nicht der Ptolemäischen Astronomie, sondern konnten als mit ihr im Einklang stehend betrachtet werden. Diese Astronomie stützte sich aber unter anderem auch auf die Grundsätze der zeitgenössischen Physik, Metaphysik und Theologie.<sup>3</sup> Wir haben ferner beobachtet, daß für EINSTEIN die Wirklichkeit aus Substanzen besteht, die an sich bestimmte Eigenschaften besitzen, ganz unbeschadet dessen, ob sie zu anderen Substanzen in irgendwelchen Beziehungen stehen.<sup>4</sup> Diese Meinung entstammt einer alten philosophischen Überlieferung, die vor allem durch ARISTOTELES und CARTESIUS geprägt wurde. Nach BOHR hingegen, so zeigte sich weiter, besteht die Wirklichkeit wesentlich in Beziehungen zwischen Substanzen, und dieser Standpunkt ist wiederum hauptsächlich durch die dialektische Philosophie von KIERKEGAARD und JAMES vermittelt. Die Gegenüberstellung von EINSTEIN und BOHR machte in großer Klarheit deutlich, daß Tatsachen nicht für beide das Gleiche bedeuten und nicht in gleicher Weise gegeben sein können. Folgerichtig weist EINSTEIN die Quantenmechanik als unvollständig zurück, weil sie manches, was in seinen Augen eine Tatsache ist, nicht erfaßt, während BOHR leugnet, daß es sich dabei überhaupt um Tatsachen handelt. – Es sei nun auch ein Beispiel aus den Geschichtswissenschaften aufgeführt (wir werden uns mit ihnen im Kapitel XIII noch ausführlich beschäftigen), nämlich die Theorie der Tatsachen, die von der positivistisch-histo-

---

<sup>3</sup> Vgl. hierzu Kapitel V.

<sup>4</sup> Vgl. hierzu Kapitel VI.

rischen Schule verbreitet wurde. Ihr gehörten vor allem die amerikanischen Gelehrten ANDREW D. WHITE, JOHN FISKE, H. B. ADAMS, WALTER P. WEBB und andere an. In radikaler Weiterentwicklung ziemlich mißverständener Ideen von deutschen Historikern, ich nenne hier vor allem VON SAVIGNY, NIEBUHR, LACHMANN und RANKE, waren sie davon überzeugt, daß es durchweg absolute Tatsachen in der Geschichte gebe und daß es die Aufgabe des Historikers sei, sie zu erforschen. Ihrer Meinung nach ist aber dieses Ziel nur dadurch zu erreichen, daß er sich ausschließlich auf Urkunden stützt, auf Ausgrabungen, Ruinen, Waffenkunde, Verträge, Briefe, Tagebücher, Chroniken, Geschichtswerke usw. Nur deren gründliches Studium könne zeigen, was und wie es in Wahrheit geschehen ist. Auch diese Lehre über Tatsachen, hier also geschichtlicher, hat ihre verschiedenen Wurzeln: die Bibelkritik, die Methoden der klassischen Philologie, die Philosophie der Aufklärung und nicht zuletzt die Haltung der Naturwissenschaften, wovon der bemerkenswerte Ausspruch von WEBB zeugt, RANKE habe den Vorlesungssaal in ein Laboratorium verwandelt, in dem an Stelle von Retorten Dokumente verwendet würden.<sup>5</sup> Diese Auffassung wurde später besonders von der deutschen historischen Schule zurückgewiesen. Tatsachen, behauptet sie, müssen vom Historiker im Zusammenhang seiner Begriffsentwürfe gedeutet werden, sind also nichts schlechthin Absolutes.<sup>6</sup> Auch hier können wir wieder deutlich erkennen, daß, was für eine geschichtliche Tatsache gehalten wird und was nicht, von mannigfaltigen Theorien abhängig ist, die einer geschichtlichen Situation entspringen.

<sup>5</sup> W. P. WEBB: The Historical Seminar. Its Outer Shell and its Inner Spirit, in: Mississippi Valley Historical Review 42 (1955/56).

<sup>6</sup> Vgl. hierzu Kapitel XIII.

*2. Die Entwicklung der Wissenschaften wird  
wesentlich durch Unstimmigkeiten innerhalb  
von Systemmengen hervorgerufen.  
Sieben Gesetze historischer Prozesse*

Ob PTOLEMÄUS, EINSTEIN, BOHR, WEBB oder wer auch immer, sie alle lassen sich deuten als im Rahmen einer Systemmenge lebend und wirkend, die an einen bestimmten Zeitraum gebunden ist. Sie ist der Boden, auf dem wir stehen, die Luft, die wir atmen und das Licht, in dem uns alles erscheint.

Dies vorausgesetzt, stellt sich nun zwingend die Frage, was dann wissenschaftlicher Fortschritt bedeutet und wie man dem Relativismus entringen kann.

Zunächst zeigt sich in der vorgegebenen Sicht, daß die Entwicklung der Wissenschaften wesentlich durch Unstimmigkeiten innerhalb der Systemmengen hervorgerufen wird und im inneren Wandel solcher Mengen besteht. Ich will versuchen, dies wieder durch ein Beispiel zu erläutern. Erneut wähle ich eines aus früheren Kapiteln, womit auch hier das schon Erarbeitete im gegenwärtigen vertiefteren Zusammenhang beleuchtet werden soll.

Betrachten wir die Systemmenge der Renaissance. Zu ihr gehören unter anderem, wie wir gesehen haben: ein gewisser emanzipatorischer Humanismus, gewisse Lehren der Theologie, die Ptolemäische Astronomie und die Aristotelische Physik. Dieser Humanismus, der den Menschen Gott näher bringen will, widerspricht der Ptolemäischen Astronomie, für welche die Erde der Ort des status corruptionis ist und diese Astronomie war mit der damaligen Theologie eng verknüpft. Der Widerspruch wurde von KOPERNIKUS durch eine Änderung der Astronomie gelöst, und zwar zugunsten des Humanismus. Dadurch aber tat sich ein neuer Gegensatz auf, nämlich

zwischen der neuen Astronomie und der unverändert gebliebenen Aristotelischen Physik. Also versuchte man auch diesen zu beseitigen. Als das schließlich spätestens mit NEWTON erreicht war, hatte man aber nicht nur ARISTOTELES, sondern auch KOPERNIKUS aufgegeben.<sup>7</sup> Nun wirkte die veränderte naturwissenschaftliche Szenerie wieder auf den Humanismus und die Theologie zurück. Am Ende hatte sich alles gewandelt, die Astronomie, die Physik, der Humanismus, die Theologie und damit, dies muß besonders betont werden, die all dem zugeordneten Tatsachenbehauptungen und Grundsätze. Das Ergebnis war eine ganz neue Systemmenge und eine völlig veränderte geschichtliche Situation.

Die angeführten Beispiele zeigen also nicht nur an, daß der Begriff der Systemmenge besonders dazu geeignet ist, Vorgänge der geschilderten Art klar und deutlich zu erfassen, zu gliedern und zu ordnen, sondern sie bestätigen auch in der Tat die vorhin aufgestellte Behauptung, daß solche Ereignisse ihren Ursprung in Unstimmigkeiten der Systemmenge haben. Der Systemmenge Renaissance haftete, wie jeder anderen auch, von Anfang an dieser Makel an, und es ging darum, ihn zu beseitigen. Das Beispiel zeigt aber noch etwas anderes, nicht minder Bemerkenswertes: Es zeigt nämlich, daß diese „Katharsis“ nur mit den verfügbaren Mitteln gelang, mit den Mitteln also, welche die Systemmenge selbst zur Verfügung stellte. Lösungen werden innerhalb der gegebenen Situation gesucht, die sich einzig und allein aus sich selbst wandelt, und genau derartiges meine ich, wenn ich von einem inneren Wandel der Systemmenge spreche. Denn was tat man? Man entschied zugunsten des einen Teils von ihr und suchte deren andere Elemente diesem anzugleichen.

---

<sup>7</sup> Vgl. Kapitel V.

Kritik wie schöpferischer Wandel stützen sich also beide auf geschichtlich bereits Bestehendes. Und schließlich können wir hier noch ein Letztes, höchst Bezeichnendes feststellen: Im vorliegenden Fall obsiegt jene Bestandteile der Systemmenge, denen die zugeordneten Tatsachenbehauptungen weit mehr widersprachen als das bei den unterlegenen Systemteilen der Fall war. Blieb doch die Umdrehung der Erde so lange ein ungelöstes Rätsel, als das Gesetz der Trägheit noch nicht gefunden war und die zur Kopernikanischen Theorie ad hoc erfundene Physik noch weit hinter der Aristotelischen zurückblieb. Nicht die Entdeckung neuer Tatsachen, wohl aber die innere Unstimmigkeit der Systemmenge ist also hier der Ursprung des Wandels. Ich möchte dies in einem Gleichnis bildhaft ausdrücken: *Die Bewegung der Wissenschaften ist wesentlich Selbstbewegung von Systemmengen.*

Mit HEGELScher Philosophie hat das nichts zu tun, obgleich es auf den ersten Blick so scheinen mag. Da es zu weit führen würde, dies hier im einzelnen zu zeigen, muß ich mich mit einigen Hinweisen begnügen. Die Unstimmigkeiten, die ich meine, und die Prozesse, die sie hervorbringen, sind nicht dialektischer Natur. Der emanzipatorische Humanismus der Renaissance und die Ptolemäische Astronomie z. B. verhalten sich nicht zueinander wie Theses und Antitheses im Sinne HEGELS, da keine Rede davon sein kann, daß eines das andere mit Notwendigkeit aus sich hervorgetrieben hätte. Ja, nicht einmal die mangelnde Übereinstimmung von Systemen als solche oder ihre Auflösung sind der Vernunft in strenger Notwendigkeit begrifflich, weil, was sich hier widerspricht oder was hier miteinander in Einklang gebracht werden soll, von sich aus meist in eindeutiger Strenge gar nicht vorliegt. Selbst wissenschaftliche Theorien machen in dieser

Hinsicht gegenüber außerwissenschaftlichen Regelzusammenhängen nur selten eine Ausnahme und sind, was ihre Exaktheit betrifft, höchstens dem Grade nach von diesen verschieden. Der Grund dafür ist aber keineswegs bloße Schlamperei, sondern man verzichtet zwangsläufig auf formalen Perfektionismus, weil er zu unfruchtbar und zu unbeweglich gegenüber den sich dauernd wandelnden Situationen sein würde. Systeme, auch wissenschaftliche, haben also im allgemeinen keine strenge Geschlossenheit, sondern sind nur auf den jeweiligen Gebrauch zugeschnitten. Im Zuge der Anpassung an Veränderungen wird es daher nicht immer in Strenge zu entscheiden sein, welche Schlüsse sich daraus für das jeweilige System ergeben. So bleiben Spielräume der Konstruktion und Deutung offen, die es unmöglich machen, Unstimmigkeiten zwischen Systemen und deren Auflösung als vernunftnotwendig aufzufassen. Die HEGELSche Dialektik aber, wenn es sie gäbe, müsste doch ein Prozeß des sich selbst denkenden Denkens sein, dessen Notwendigkeit, Strenge und Genauigkeit formal-logischen Einsichten in nichts nachstünde, zumal er die Weihe des Weltgeistes hätte. Nichts von dem vermag ich in geschichtlichen Vorgängen zu entdecken.

Gegenüber HEGEL betone ich also die *Kontingenz* in der Geschichte. Sie betrifft zum einen die spontanen Akte, welche die schon erwähnten Unklarheiten im praktischen Gebrauch der Systeme sowohl auf mehr oder weniger klare Widersprüche wie zu deren Lösungen bringen. Ich nenne diese Akte spontan, weil uns keine Vernunft zwingt, dies nur auf *eine* mögliche Weise zu tun. Zum anderen ist auch all das kontingent, was empirisch ist. Das Empirische wird ja durch die Theorienabhängigkeit von Tatsachen keineswegs eliminiert (vgl. Kapitel III). Im Gegenteil ist jede Systemmenge geradezu ein Inbegriff

von Möglichkeiten, die Wirklichkeit überhaupt zum Sprechen zu bringen und bietet sozusagen, um mit KANT zu reden „die Bedingungen der Möglichkeit“, Erfahrungen zu machen. Diese Bedingungen wechseln historisch (vgl. Kapitel IV) – und darin liegt der Unterschied zu KANT; aber wie sich die Wirklichkeit unter den besonderen Bedingungen einer gegebenen Systemmenge insgesamt zeigt, das kann nicht mit Notwendigkeit vorausgesehen werden und ist daher ebenso etwas Kontingentes wie die durch dieselbe Systemmenge bestimmte Reaktion darauf.<sup>8</sup>

An dieser Stelle möchte ich mich auch noch zu der Auffassung äußern, daß geschichtliche Prozesse durch die Natur, also durch psychologische, biologische, physikalische Gesetze usf. bestimmt sind. Man verweist dabei zum Beispiel auf Gefühle, welche die Menschen immer bewegt haben wie Liebe, Haß, Rachsucht, Eitelkeit usf., man verweist auf die Triebe wie Hunger, Durst, Geschlechtstrieb usf., aber mit all dem zusammenhängend auch auf die Bedingungen des Klimas, der Geographie und ähnliches. Nun geht schon aus dem soeben zur Rolle der Erfahrung Bemerkten hervor, daß mein Gleichnis von der Selbstbewegung der Systemmengen nicht so verstanden werden darf, als leugnete ich hierbei den Einfluß solcher gleichbleibender und damit ungeschichtlicher

---

<sup>8</sup> Nach der soeben skizzierten Abgrenzung zu HEGEL hier noch einige kurze Bemerkungen zu MARX. Wenn er versucht, geschichtliche Prozesse als letztlich von den Produktivkräften abhängig darzustellen, so bedeutet das in meiner Sicht der Dinge, daß immer nur genau derselbe Teil der Systemmenge der Ausgangspunkt jeder Bewegung ist. MARX hat aber damit nur eine vielleicht teilweise zutreffende Systembeschreibung einer bestimmten Epoche, nämlich der sogenannten ersten industriellen Revolution, auf die gesamte Geschichte extrapoliert. Das jedoch ist ein ganz und gar unhistorischer Monismus.

Naturgegebenheiten und als bliebe daher für deren Wirksamkeit kein Raum übrig. Wohl aber scheint es mir, daß auch sie überhaupt nur innerhalb einer Systemmenge wirksam werden können und daß die notwendigen Bedingungen und Inhalte hierfür nur dort vorhanden sind.

So ist etwa die sinnliche Begierde der SALOME, sich JOCHANNAAN hinzugeben, ganz durchsetzt von jüdisch-vorchristlicher Metaphysik. Auch die Päderastie, wie sie in der Antike üblich war, zeigt, daß selbst der Sexualtrieb in kulturbestimmte Bahnen gelenkt werden kann. Die Liebe Werthers ist unlöslich mit der Sentimentalität der Sturm- und Drangzeit verbunden, diejenige Tristans mit mittelalterlicher, oder, in WAGNERScher Deutung, mit SCHOPENHAUERScher Mystik. Der Pistolenschuß eines Attentäters ist zwar ein physikalischer Vorgang, aber kein BRUTUS hätte ihn abgeben können; auch wäre kein Römer dadurch psychisch zu ermüden gewesen, daß er zu lange auf der Autobahn fuhr.

Nach diesen Vorbetrachtungen stelle ich nun einige allgemeine historische Strukturgesetze auf, für welche die vorhin geschilderten Ereignisse aus der Renaissance exemplarische Bedeutung haben.

- 1) Jeder geschichtliche Zeitraum ist durch eine Systemmenge bestimmt.
- 2) Jede Systemmenge ist in sich unstimmig und instabil.
- 3) Alle Systemmengen verändern sich als Ergebnis des Versuches, solche Unstimmigkeiten zu beseitigen.
- 4) Das geschieht durch Anpassung eines Teils von ihnen an einen anderen Teil.
- 5) Dieser Vorgang ist nicht streng determiniert.
- 6) Die Grenzen der Determination sind durch Spielräume gesetzt, welche die Vagheit der Systeme zuläßt.

- 7) Jedes geschichtliche Ereignis vollzieht sich, selbst wenn es von Naturgesetzen mitbestimmt ist, innerhalb einer Systemmenge, und nichts kann ganz fremde Elemente in diese hineinragen oder ganz aus ihr herausfallen. (Es sei hinzugefügt, daß es sich hier insofern um eine Idealisierung handelt, als der Austausch mit fremden geschichtlichen Systemen und Kulturen vernachlässigt wurde.)

Diese Gesetze bedürfen jedoch einer wichtigen zusätzlichen Erläuterung. Es ist nämlich zu beachten, daß sie sich auf eine *rein logische Analyse* der Wissenschaft sowie deren Art, ihre eigene Geschichte und Geschichte überhaupt zu sehen, gründen. Teilweise geht dies schon aus Kapitel III hervor, worauf sich der vorliegende Abschnitt ja u. a. stützt. Dort wurde bereits ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es eine rein logische Analyse zum Gegenstand hat; daß dies auch für das hier Gesagte gilt, darüber wird noch ausführlicher im Kapitel XI gesprochen werden. Nur so viel sei erläuternd an dieser Stelle bemerkt: *Es handelt sich bei den aufgeführten Gesetzen nicht um eine bestimmte empirische Theorie über die Geschichte, sondern um allgemeine apriorische Grundsätze, deren sich die Wissenschaft als solche bedienen muß, wenn sie Geschichte mit ihren theoretischen Mitteln und mit ihren Kategorien (System, Systemmenge) beschreiben und begreiflich machen will.* Die Art dieser historischen Strukturgesetze wird vielleicht besonders deutlich, wenn man sie mit dem folgenden (jetzt ohne Gefahr vereinfachten) Strukturgesetz der Natur vergleicht: Die Natur ist ein System von Kausalgesetzen. Auch dieser Satz könnte nur ein apriorischer Grundsatz wissenschaftlicher Naturbetrachtung überhaupt sein und nicht Axiom einer bestimmten Theorie über ein bestimmtes

System der Natur. Hier wie dort handelt es sich um apriorische Schemata der wissenschaftlichen Betrachtung, der Möglichkeit wissenschaftlicher Erfahrung überhaupt und zwar in der Geschichtswissenschaft sowohl wie in der Naturwissenschaft.

3. *Eine historistische Betrachtungsweise ist keineswegs notwendig eine relativistische*

Die zuletzt aufgestellten Strukturgesetze sagen nun zwar manches über den ständigen inneren Wandel von Systemmengen, die Frage nach dem Fortschritt und dem Relativismus in den Wissenschaften aber, die sich damit unvermeidlich stellt, ist freilich noch immer nicht beantwortet. Ich werde mich zunächst dem Relativismus zuwenden. Dieser behauptet, daß über Wahrheit und Falschheit, über das Gute und das Schlechte nur Beliebigkeit und Willkür oder eine Art Fatum der Geschichte entscheiden. Nichts dergleichen trifft aber mit Notwendigkeit zu, wenn man von den vorigen Strukturgesetzen ausgeht.

Zunächst wird ja innerhalb von Systemen *begründet* und nicht etwa willkürlich oder fatalistisch abgesteckt, was darin wahr, falsch, gut oder schlecht ist. Es gibt also in ihnen Entscheidbarkeit über Wahrheit, Falschheit usf. Darüber hinaus gibt es aber auch rationale Begründungen für Systeme als Ganzes und ihre Veränderungen in einer historischen Situation.

Gehen wir beispielsweise davon aus, daß der Raum euklidisch ist (axiomatische Festsetzung im Sinne von Kapitel IV), und haben wir ferner festgelegt, was eine Beobachtung, eine Tatsache, eine Bestätigung, Falsifikation usw. ist (judicale Festsetzung im Sinne von Kapitel IV), so wer-

den wir unter bestimmten Umständen mit diesen Voraussetzungen die Erfahrung machen und damit die Wahrheit erkennen, daß der Raum von Gravitationskräften erfüllt ist. Diese Voraussetzungen ihrerseits waren aber nun historisch weder willkürlich noch fatalistisch gegeben, sondern, wie wir jetzt sagen können, begründet durch den in der Systemmenge des Renaissancehumanismus vorbereiteten Rationalismus und seine Grundsätze. Es ist für uns heute zwar sinnlos zu sagen, der Raum *sei* euklidisch oder er *sei* nicht-euklidisch, es ist aber sinnvoll zu sagen, daß die Annahme, er sei euklidisch, ein wohlbegründeter und entscheidbarer Teil der gegebenen Renaissancebedingungen gewesen ist. Bedingungen, die wir heute nicht mehr in derselben Weise vorfinden, weswegen sich für uns die Frage nach der Natur des Weltraumes auch ganz anders stellt.<sup>9</sup>

Vielleicht kann ein Gleichnis dazu dienen, den Sachverhalt noch weiter zu verdeutlichen. Nehmen wir an, einige Leute spielen miteinander ein Kartenspiel. Durch dessen Regeln sei abgesteckt, was in diesem Spiel wahr, falsch, gut oder schlecht ist. Es sei beispielsweise wahr, daß man ein Spiel verlieren wird, in dem eine bestimmte

---

<sup>9</sup> Die Sinnlosigkeit absoluter Aussagen über den Raum ergibt sich daraus, daß alle Meßergebnisse, die zu seiner Erforschung führen, immer entweder so gedeutet werden können, als spiegelten sie die Geometrie des Raumes wider, oder so, als wären sie nur eine Folge der physikalischen Bedingungen, unter denen diese Ergebnisse zustande kamen. Beispielsweise ergab sich in der Antike aus der Aristotelischen Naturphilosophie und Physik eine von euklidischen Vorstellungen abweichende Geometrie des Weltraumes; umgekehrt entwickelte DESCARTES aus der Annahme der Euklidizität des Raumes seine Physik, wobei, wie schon erwähnt, diese Annahme in seiner rationalistischen Philosophie gründete. EINSTEIN schließlich ging wieder von der Physik aus, nämlich von dem Grundsatz der Gleichberechtigung aller Koordinatensysteme, als er den Weltraum als RIEMANN-Raum interpretierte.

Farbe Trumpf ist, wenn man selbst keine einzige Trumpf-Karte besitzt. Es sei eine gute Taktik, eher zu vorsichtig als zu waghalsig zu reizen usw. Nehmen wir jetzt weiter an, die Spieler stellten fest, daß die Spielregeln gewisse Unstimmigkeiten untereinander zeigen. Sie werden sie also ändern und entsprechend wird sich ändern, was wahr, falsch, gut und schlecht in diesem Spiel ist. Nach einiger Zeit mögen auch die neuen Regeln unbefriedigend erscheinen, die Spieler werden sie erneut ändern, dies wird wieder die genannten Folgen haben usw. Wir können uns vorstellen, daß sie schließlich ein Spiel spielen, das nur noch sehr wenig mit demjenigen zu tun hat, mit dem sie anfangen (obgleich sie ihm vielleicht immer noch denselben Namen geben werden). – Wäre es nicht unsinnig, dieses Beispiel anzuführen, wenn man zeigen wollte, was Relativismus ist? Nicht nur liegt hier, wenn ich so sagen darf, eine Art Situationslogik vor, sondern der Wechsel der Situationen selbst entspringt ja einer gewissen Logik. Wir spielen das Spiel der Erfahrung, aber mit mehr oder weniger zwingenden Folgen und bei wiederholtem, wenn auch begründetem Wechsel der Bedingungen.

Ich möchte hier erneut betonen, daß ich kein Hegelianer bin, und in keiner Weise etwa behaupten, die Geschichte der Wissenschaften habe einen streng logischen, wenn auch nur streng situationslogischen Verlauf. Ganz sicher hat sie dies nicht. Worauf ich aber hindeuten wollte war dies, daß nämlich ein konsequent historischer Standpunkt nicht schon als solcher mit Relativismus gleichgesetzt werden darf, es sei denn, man gebraucht dieses Wort für Sachverhalte, die den Schrecken subjektiver Willkür oder historischer Fatalität verloren haben.

Nun sagte ich schon eingangs: Es gibt nicht den mindesten Grund dafür, eine absolute Wahrheit anzunehmen, der wir uns mehr und mehr nähern, weil wir weder ab-

solute Tatsachen noch absolut gültige Grundsätze kennen, die uns dabei den Weg zeigen könnten. Auch wird im Fortgang der Forschung keineswegs ständig über *dieselben* Gegenstände besser und besser geredet. Ständig tauchen sozusagen vor uns neue Horizonte auf und verschwinden wieder; Horizonte, die auch ganz neue und andere Sichtweisen und Erfahrungen ermöglichen. Sie besitzen eine erkennbare und verwendbare Beziehung zu einer gegebenen Situation, nicht aber zu einer imaginierten und absoluten Wahrheit. (Darüber, wie gesagt, mehr im Kapitel XI.)

Wir sollten es also, glaube ich, endgültig aufgeben, den Entwicklungsprozeß der wissenschaftlichen Erkenntnis mit dem Malen eines Porträts zu vergleichen, das man immer genauer, immer besser, dem wirklichen Menschen immer ähnlicher machen kann.

Damit stellt sich die Frage, was Fortschritt in den Wissenschaften unter Berücksichtigung der angegebenen Strukturgesetze bedeuten kann.

#### 4. *Explikation und Mutation von Systemen.*

##### *Fortschritt I und Fortschritt II*

Offenbar lassen sich hier zwei Grundformen der Entwicklung unterscheiden, nämlich erstens die *Explikation* von wissenschaftlichen Systemen und zweitens deren *Mutation*.<sup>10</sup> Unter Explikation von Systemen verstehe ich deren Gestaltung und Entfaltung, ohne daß sich dabei etwas an ihren Grundlagen ändert, also zum Beispiel das, was KUHN „normal science“ nennt,<sup>11</sup> nämlich die Ablei-

<sup>10</sup> Zur Einführung dieser Begriffe siehe auch: Philosophische Fragen der Zukunftsforschung, siehe Anm. 2, S. 193.

<sup>11</sup> TH. KUHN: The Structure of Scientific Revolutions, Chicago 1964.

tung von Theoremen aus gegebenen Axiomen, die genauere Bestimmung von den im Rahmen einer Theorie geforderten Konstanten usf. Eine Mutation dagegen liegt dann vor, wenn die Grundlagen von Systemen selbst geändert werden (wozu beispielsweise der Übergang von einer Weltraumgeometrie zu einer anderen gehört). Fortschritt kann sich demnach nur in diesen beiden Grundformen geschichtlicher Bewegungen vollziehen, und es müssen daher auch zwei Grundformen von ihm unterscheidbar sein, die ich entsprechend Fortschritt I und Fortschritt II nennen möchte.

Wann könnte man bei einer Explikation von Fortschritt I sprechen und wann bei einer Mutation von Fortschritt II? Ich glaube, eine Explikation ist in der Wissenschaft schon insofern ein Fortschritt, als sie sichtbar macht, was alles in einem System steckt, was es leistet und was es nicht leistet. Ja, man kann sagen, daß die Explikation die Grundlage jedes wissenschaftlichen Fortschritts überhaupt ist, sofern ohne sie alles nur Fragment, Skizze, Halbheit bliebe. Betrachten wir die Explikation der Relativitätstheorie als Beispiel. Sie nimmt ihren geschichtlichen Anfang mit der Aufstellung von Gesetzen, die für Inertialsysteme kovariant sind; dies zwingt in der Folge zur Definition bestimmter Begriffe und führt schließlich zur bekannten Energie-Masse-Gleichung. Es ist bewundernswert, welcher Kosmos sich so langsam auftut und wie sich die Theorie immer weiterer Bereiche bemächtigt. Auch jede neue Prognose, ob sie die Perihel-Bewegung des Merkur betrifft oder die Abweichung der Lichtstrahlen im Schwerefeld der Sonne – überall haben wir es zunächst mit einer Explikation des ursprünglichen Ansatzes zu tun.

Offenbar genügt eine Explikation als solche aber noch nicht, um hier von Fortschritt – nämlich im Sinne von Fortschritt I – zu reden. Dazu muß man das explizierte

System mit anderen vergleichen und zwar hinsichtlich seiner Funktion und Bedeutung im Zusammenhang der bestehenden Systemmenge. Nur so läßt sich beurteilen, ob es die Mühe überhaupt lohnt, ob es etwa als steril, hinterwäldlerisch, provinziell, obsolet usf. beurteilt werden muß. Man denke an den extremen Fall der Verrücktheit, die ja auch in sich geschlossene Systeme auszubrüten vermag, deren Kennzeichen aber gerade ihre hoffnungslose Idiosynkrasie innerhalb des bestehenden geistigen Zusammenhanges ist. Worin aber kann die Funktion und Bedeutung eines wissenschaftlichen Systems innerhalb einer Systemmenge bestehen, die seine Explikation zu einem Fortschritt I werden läßt? Um diese Frage zu beantworten, ist es zweckmäßig, zunächst Fortschritt II zu betrachten, dem ja eine Mutation zugrunde liegen muß.

##### *5. Fortschritt I und Fortschritt II beruhen auf einer Harmonisierung von Systemmengen*

Auch eine Mutation wird man aus zur Explikation ganz analogen Gründen nicht als solche schon für etwas Fortschrittliches halten. Bloße Willkür, Neuerungssucht, Wichtigtuerei oder gar Verrücktheit als einzige Quelle für Veränderungen wird ernstlich niemand dafür als ausreichend ansehen. Woher anders aber sollten wir vernünftige Argumente für eine Mutation hernehmen als aus der gegebenen Systemmenge? Ich wiederhole: Es gibt keinen geschichtslosen Raum außerhalb ihrer, in dem wir die Maßstäbe für den Fortschritt finden können. Wenn dies aber so ist, wenn wir innerhalb einer gegebenen Systemmenge bleiben müssen, wenn kein Weg aus ihr herausführt, wenn sie sich also nur aus sich selbst heraus

verändern läßt, so kann die Vernunft solcher Veränderung grundsätzlich offenbar nur darin bestehen, daß hierdurch die Übereinstimmung der Systemmenge mit sich selbst gefördert wird. Das bedeutet: Wir können eine Mutation nur in dem Grade als fortschrittlich beurteilen, als sie erstens zur Beseitigung von Widersprüchen, zweitens zur Beseitigung von Unklarheiten und drittens zur Herstellung möglichst umfassender, in sich stimmiger Zusammenhänge beiträgt. Solche Beiträge nenne ich *Harmonisierung der Systemmenge*.

Wiederum können wir die Relativitätstheorie als Musterbeispiel hierfür ansehen. EINSTEINS Entschluß, mit ihr – zunächst als spezieller – eine Mutation zu wagen, lag die Absicht zugrunde, die MAXWELLSche Theorie des Lichtes mit einem Hauptgrundsatz der klassischen Physik, nämlich der Gleichwertigkeit aller Inertialsysteme, zu versöhnen. Als sich später herausstellte, daß diese Versöhnung nur um den Preis möglich war, daß das Gravitationsgesetz davon ausgeschlossen blieb, vollzog er jene zweite Systemmutation, die dann zur allgemeinen Relativitätstheorie führte. Er selbst hat ausdrücklich bekannt, daß ihn die Idee von der Harmonie der Welt geleitet habe. Ich würde, etwas weniger spekulativ, sagen, daß er in Wahrheit von der Idee der Harmonie des wissenschaftlichen Systems im Rahmen der ihm gegebenen Systemmenge bestimmt war.

Damit läßt sich nun auch die vorhin gestellte Frage beantworten, welche Funktion und Bedeutung ein System haben muß, wenn seine Explikation als Fortschritt I angesehen werden soll: Es muß genauso zur Harmonisierung der Systemmenge beitragen wie die Mutation, die es hervorgebracht hat.

Noch einmal sei an die Explikation der Relativitätstheorie als Beispiel erinnert. Denn die sich mit ihr ergebende

Möglichkeit, mannigfache Erscheinungen und Prinzipien in einen harmonischen Zusammenhang zu bringen und einheitliche Erklärungen zu vermitteln, stellt ja offensichtlich einen Beitrag der geforderten Art dar. (Hiervon wird ausführlicher im Kapitel X die Rede sein.) Umgekehrt ist dann aber auch eine Explikation als bloße Kritik fortschrittlich zu nennen, die Widersprüche aufdeckt. Denn offensichtlich liegt darin die Aufforderung, sie zu beseitigen.

Die Verwendung des Begriffs „Harmonisierung einer Systemmenge“ ist, wie mir mehrere Diskussionen zeigten, Mißverständnissen ausgesetzt. Irrtümlich wird er oft ästhetisch verstanden, obgleich er, wie die hier soeben aufgezählten Kriterien zeigen, doch ein logisch gemeinter Begriff ist. Auch wird bisweilen unterstellt, daß mit ihm eine durch bloßes Weglassen, Unterdrücken oder gar Umfälschen unbequemer Systemteile zustande gebrachte Einheitlichkeit gerechtfertigt werden könnte. Ist, so wurde ich zum Beispiel gefragt, nicht auch LYSENKOS' berüchtigte Biologie eine Harmonisierung einer Systemmenge, nämlich des sowjetischen Sozialismus, sofern sie sich dessen materialistischen Grundsätzen anpaßt, wenn auch unter Mißachtung wissenschaftlicher Methoden und experimenteller Ergebnisse? Darauf ist zu antworten, daß in solchen Fällen kein einziger Widerspruch wirklich beseitigt, sondern höchstens verdeckt, wenn nicht überhaupt durch bloßen Betrug oder gar Gewalt zum Verschwinden gebracht wird. Die bestehende Biologie ist dem sogenannten sowjetischen Diamat an Klarheit, umfassenden, in sich stimmigen Zusammenhängen trotz aller Mängel so überlegen, daß kein sachlicher Zweifel daran sein kann, welchem von beiden Systemen im Falle LYSENKOS der Vorzug gegeben werden muß. „Harmonisierung“ als Fortschritt heißt also hier: *Echte Über-*

windung der bestehenden Schwierigkeiten im Gedanken und nicht nur scheinbare oder gar gewaltsame. Aber kehren wir noch einmal zur weiteren Verdeutlichung zu KOPERNIKUS zurück. Es ging ihm, ich sagte es schon, um die Beseitigung eines Widerspruchs, nämlich des Widerspruchs zwischen dem Humanismus seiner Zeit und der damaligen Astronomie. Diesen suchte er aufzulösen, indem er die Astronomie zugunsten des Humanismus änderte. Warum versuchte er nicht das Umgekehrte? Ist denn nicht schließlich die so erreichte Übereinstimmung reichlich gewaltsam erzielt worden, soferne sich damit der Grad der Unstimmigkeit in anderer Hinsicht wieder verstärkte? Gerieten doch KOPERNIKUS und seine Nachfolger in argen Konflikt mit den systemimmanenten Tatsachen! Indessen, die Kopernikanische Entscheidung zugunsten des Humanismus enthüllt ihre Vernunft und ihren Beitrag zur Harmonisierung der Situation erst, wenn man nicht nur den engen Sektor „Astronomie und Physik“ in der Systemmenge „Renaissance“ betrachtet. Dann zeigt sich nämlich, daß der Renaissance-Humanismus nur ein Teil umfassender und vergleichsweise in sich stimmiger Zusammenhänge ist, in deren Zeichen sich die ganze Welt zu verwandeln begann. So hatte die Entdeckung neuer Kontinente und Meere zu ungeheuren Veränderungen von Handel und Wandel geführt, die schließlich auch bisher festgefügte sakrale Strukturen, zum Beispiel diejenige des Kaiserreiches, erschütterten. Die Säkularisierung der Staaten nahm ihren Anfang; Druckerpresse und aufkommendes Bürgertum zerstörten alte Hierarchien und Privilegien, kräftigten einen neuen Individualismus. Und im Zuge all dessen kam der Gedanke auf, daß die göttliche Schöpfung als Konstruktion der himmlischen Weltmaschine der menschlichen Vernunft begreiflich sein müsse.

Auf der einen Seite wurde also die Welt von einer mehr oder weniger zusammenhängenden, mehr oder weniger in sich stimmigen Systemmannigfaltigkeit beherrscht, auf der anderen standen dazu Systeme im Widerspruch, die in sich selbst mit immer größeren Widersprüchen zu kämpfen hatten. Die Wende des KOPERNIKUS läßt sich so begreifen und auch, daß die Widersprüche, die er dabei selbst in Kauf nehmen mußte, nicht schwer genug wogen. Aber auch darin lag ein fortschrittliches Moment – wie ausdrücklich betont werden muß –, daß seine Gegner unermüdlich auf seine eigenen Widersprüche hinwiesen, während nicht zu leugnen ist, daß KOPERNIKUS nur allzu sehr versuchte, sie zu verschleiern. Es ist daher unbillig und falsch, wenn man der Kirche, die ihn bekämpfte, vorwirft, sie sei im Vergleich zu ihm nur rückschrittlich gewesen.

Das Ziel der Harmonisierung einer Systemmenge ist aber, wenn überhaupt gesetzt, nicht auf den wissenschaftlichen Fortschritt zu beschränken. Umfaßt doch, wie gezeigt, diese Menge weit mehr als nur die Wissenschaft. Ferner läßt sich verallgemeinert sagen, daß Fortschritt überhaupt, wo er auch auftreten mag, entgegen der üblichen Auffassung weder als auf ein außergeschichtliches Ziel, eine Art Eschaton etwa, hingeordnet betrachtet werden kann – denn dafür gibt es nicht den mindesten Grund – noch in einer totalen Veränderung, in der Schöpfung von ganz Neuem gesucht werden darf; denn eine Veränderung, die nicht zugleich in irgendeiner Form auf Harmonisierung des Bestehenden abzielt, endet in der geistigen Umnachtung der Idiosynkrasie.

Der Fortschritt mag also durchaus Unstimmigkeit, Streit, Widerspruch, Ungereimtheit, „Challenge“ einschließen; er verdient indessen seinen Namen nur, wenn solches zwar in einem engeren Zusammenhang vorläufig in Kauf

genommen werden muß, in einem anderen, weiteren oder bedeutenderen aber durch ein Mehr an Übereinstimmung der Systemmenge mit sich selbst ausgeglichen wird.

Aus all dem folgt schließlich, daß Fortschritt im hier verstandenen Sinne und wieder im Gegensatz zur üblichen Auffassung nicht auf ein sogenanntes fortschrittliches Zeitalter beschränkt ist. An ein solches zu glauben, wäre geschichtsblinde Borniertheit. Jede historische Systemmenge ist vielmehr der Harmonisierung fähig, wie auch jede durch hoffnungslose Verstärkung der in ihr bestehenden Unstimmigkeiten gleichsam verdorben werden kann.<sup>12</sup> Der Verlauf der Geschichte zeigt uns beide Vorgänge in reichem Maße. Fortschritt I und Fortschritt II sind normative Maßstäbe, mit deren Hilfe wir jeweils Explikationen oder Mutationen, die ja nicht nur auf wissenschaftliche, sondern auf geschichtliche Systeme überhaupt anwendbar sind, auf ihren Wert hin beurteilen können.

#### *6. Weder der Fortschritt I noch der Fortschritt II wachsen stetig*

Könnte man sich nun, trotz allem schon Gesagten, den Fortschritt als stetig und steigend vorstellen? Etwa so, daß im Laufe der Geschichte immer harmonischere Systemmengen aufträten?

Wer diese Frage bejaht, der würde übersehen, daß mit der Beseitigung von Unstimmigkeiten nicht dieselbe Systemmenge immer harmonischer und stabiler wird, son-

---

<sup>12</sup> THUKYDIDES hat diese Art Verderbnis wohl als erster intuitiv erfaßt, als er das eigentliche Unheil seiner Zeit in der heillosen Verwirrung sah, in der die alte homerische Harmonie endgültig untergegangen war.

dern daß sich eine solche dabei – wie ich exemplarisch zu zeigen suchte – als Ganzes wandelt, ja, allmählich eine ganz andere wird, und so neue Fragen aufwirft und Antworten anbietet, die innerhalb der vorhergehenden unbekannt sein mußten. Damit aber treten sogleich spezifisch neue Unstimmigkeiten und Schwierigkeiten auf, und wir haben eine ganz veränderte Lage.

Man könnte mit WITTGENSTEIN sagen: Meist haben scheinbar gleiche Gegenstände, mit denen es die Wissenschaft im Laufe ihrer Geschichte zu tun hatte, nur eine gewisse Familienähnlichkeit. Ob es der Weltraum ist, die Weltzeit, der bestirnte Himmel, die bewegenden Kräfte der Körper usf., man würde vergeblich etwas in all diesen Gegenständen streng Gemeinsames suchen, das alle wissenschaftlichen Theorien, die ihnen gewidmet sind, wie eine Art roter Faden durchzieht, ein Gemeinsames, das sich langsam erweitert und auf dem kontinuierlich aufgebaut wird. Es fiel uns schwer, allmählich zu begreifen, daß nicht in allen Punkten der Welt die gleiche Zeit abläuft. Es mag uns noch schwerer fallen einzusehen, daß wir keineswegs immer von demselben reden, wenn wir dieselben wissenschaftlichen Gegenstände einst und heute zu erforschen meinen, weil es keine durchgängigen Identitäten gibt, die sich hier in Strenge durchhalten ließen. Gäbe es sie, so hätte der sogenannte Essentialismus recht, so müßte es von ihnen allen Wesensdefinitionen geben, die sich auf solche Identitäten stützen. Man versuche aber einmal, Begriffe wie Weltraum, Weltzeit, Körper, bewegende Kraft usw., zu definieren, ohne schon auf die Vorstellungswelt geschichtlich bedingter Theorien zurückzugreifen, ohne etwas zu verwenden, das keineswegs immer mit diesen Begriffen verbunden wurde, oder das, falls es mit ihnen immer verbunden wurde, mehr als nichtssagend ist.

Es dürfte also schwer halten zu sagen, von zwei aufeinanderfolgenden Systemmengen sei im Endergebnis – ich betone: im Endergebnis – die spätere die insgesamt bessere, weil ausgeglichene, oder sie enthalte gar mehr Wahrheit als die vorhergegangene, gesetzt selbst, bei den fraglichen einzelnen Mutationen, die zu ihr führten, sei noch so viel vernünftige Begründung, noch so viel Fortschritt im Spiel gewesen, was ja nicht der Fall sein muß. Fortschritt II ist immer nur ein kurzes Glück, wie jedes Glück, von Fortschritt I gar nicht zu reden, der auf die Dauer Stillstand bedeutete und im übrigen durch eine Mutation gestoppt wird. Der Fortschritt besteht darin, vorübergehende Entlastungen zu finden, um alsbald neue und andere Lasten dafür einzutauschen.

Was ich hier versucht habe, könnte man einen Beitrag zur Entzauberung der rationalistisch-empiristisch verstandenen Wissenschaften nennen, worunter man den Glauben an absolute wissenschaftliche Tatsachen und Grundsätze versteht. Damit bestreite ich zugleich den Anspruch, die Wissenschaften hätten allein den Zugang zur Wahrheit und Wirklichkeit „gepachtet“. Das Auftreten der Wissenschaften selbst muß in ihrem *eigenen* Lichte samt den ihnen zugeordneten Wahrheiten und Wirklichkeiten als durch eine geschichtliche Situation bestimmt betrachtet werden. Hieraus folgt, daß ihr Vordringen nicht als dasjenige der quasi zu sich selbst kommenden eigentlichen Erkenntnis oder gar als Selbstwerdung des vernünftigen Menschen aufgefaßt werden kann; es handelt sich hier vielmehr um keinen grundsätzlich anderen Vorgang als etwa das Aufkommen der Renaissanceideale, ja, zwischen beiden besteht sogar ein enger Zusammenhang. Wir haben mit unserer wissenschaftlich-technischen Welt, genauer mit ihren apriorischen Voraussetzungen, eine durch eine bestimmte Lage begründete

Möglichkeit gewählt. Wir haben keinen Anlaß zu glauben, daß wir ewig dabei bleiben und darin fortschreiten werden, und wir haben keinen Anlaß anzunehmen, daß wir alle in Barbarei versinken würden, wenn wir damit aufhörten. Man hat sogar im Gegenteil, wie das Kapitel XIV zeigen wird, mancherlei Gründe für die Vermutung, daß die immer mehr zunehmenden Paroxysmen wissenschaftlich-technologischer Geschäftigkeit samt den damit verbundenen Fortschrittsideen selbst etwas Barbarisches an sich haben könnten. Zunächst aber wollen wir uns die hier gewonnenen Ergebnisse wieder an zwei einschlägigen Beispielen verdeutlichen. Von ihnen handeln die folgenden Kapitel.

## IX. Der Übergang von Descartes zu Huygens im Lichte der historistischen Wissenschaftstheorie

Seit HUYGENS sagt man, daß von DESCARTES' sieben Stoßregeln sechs falsch seien. Das ganze scheint ein klarer Fall zu sein, den man als abgeschlossen zu den Akten legen darf. Und doch handelt es sich hier, entgegen der einhelligen Meinung, nicht einfach um die schlichte Ablösung des Irrtums durch die Wahrheit, sondern um einen Vorgang, der geradezu als bezeichnend für die im vorigen Kapitel beschriebene Vielschichtigkeit und Struktur wissenschaftshistorischer Prozesse gelten kann.

### *1. Die zweite und die vierte Stoßregel Descartes' als Beispiel*

Wählen wir, um der Sache nachzugehen, zwei der Cartesischen Stoßregeln aus, nämlich die zweite und die vierte. Die zweite lautet: Wenn zwei Körper A und B sich mit gleicher Geschwindigkeit aufeinander zu bewegen und A ein wenig größer als B ist, dann wird nach dem Zusammenstoß nur B zurückweichen, und beide werden sich in der Bewegungsrichtung von A mit gleicher Geschwindigkeit fortbewegen.<sup>1</sup>

Die vierte lautet: Wenn A ganz ruht und etwas größer als B ist, so würde B, mit welcher Geschwindigkeit auch im-

---

<sup>1</sup> R. DESCARTES: *Principia Philosophiae*, Pars Secunda, XLVII, *Oeuvres*, hrsg. v. C. ADAM u. P. TANNERY, Bd. VIII.

mer es sich gegen A bewegte, dasselbe niemals in Bewegung setzen, sondern von ihm in entgegengesetzter Richtung zurückgestoßen werden.<sup>2</sup>

Mag vielleicht noch die zweite Stoßregel für einen physikalisch ungeschulten Kopf eine gewisse Plausibilität besitzen, so wird jeder die vierte, als den einfachsten Erfahrungen widersprechend, verwerfen. DESCARTES, der es doch wissen mußte, ficht dies wenig an; zur siebenten Stoßregel bemerkt er, was ihm allgemein zu gelten scheint: Dies bedarf nicht der Prüfung, weil es durch sich selbst klar ist.<sup>3</sup> Kühn spielt er hier die Vernunft gegen die Erfahrung aus und zwar in einer so herausfordernden Art, daß man sich doch fragen sollte, wie so etwas überhaupt möglich sein konnte. Ja, es ist erstaunlich, daß niemand eine so naheliegende Frage überhaupt aufwarf.

Freilich wird es auch ein heutiger Physiker keineswegs dabei bewenden lassen, zur Widerlegung DESCARTES' zum Beispiel auf das Spiel mit Billardkugeln, Murmeln oder ähnliches hinzuweisen. Schon HUYGENS hat all seinen Scharfsinn und einen beträchtlichen theoretischen Apparat aufgeboten, um die Falschheit der Cartesianischen Stoßgesetze nachzuweisen, und er hat damit DESCARTES darin recht gegeben, daß die schlichte Erfahrung nicht etwas so Selbstverständliches ist, wie es zunächst scheint. Mag es also auch fraglich sein, ob die Stoßgesetze „per se“ manifest sind, so liegt es deswegen doch keineswegs auf der Hand, daß sie schon „per probationem“ falsch sind.

---

<sup>2</sup> A. a. O. XLIX.

<sup>3</sup> A. a. O. LII. Dort heißt es: *Nec ista egent probatione, quia per se sunt manifesta.* – Der französische Text ist sogar noch deutlicher: *Et les demonstrations de tout cecy sont si certaines, qu'encore que l'experience nous sembleroit faire voir le contraire, nous serions néanmoins obligez d'ajouter plus de foy à nostre raison qu'à nos sens* (Oeuvres, Bd. IX).

Wie würde ein heutiger Physiker die beiden genannten Stoßgesetze prüfen?

Beginnen wir mit der zweiten Stoßregel. Zuerst werden ihre Prämissen in die Sprache der Mathematik übertragen. Für „A ist größer als B“ schreibt man „ $m_1 > m_2$ “, wobei  $m_i$  die träge Masse des jeweiligen Körpers bezeichnet. Ferner drücke „ $u_2 = -u_1$ “ aus, daß die Geschwindigkeiten beider Körper *vor* dem Stoß gleich, aber einander entgegengesetzt sind. Sind  $v_i$  die Geschwindigkeiten *nach* dem Zusammenstoß, so lassen sich zunächst die beiden Axiome aufstellen:

$$\begin{aligned} 1) \quad & m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2, \\ 2) \quad & u_1 + v_1 = u_2 + v_2. \end{aligned}$$

Hieraus sowie aus  $u_2 = -u_1$  gewinnt man rein mathematisch

$$\begin{aligned} 3) \quad & v_1 = \frac{(m_1 - 3m_2)}{(m_1 + m_2)} u_1 \quad \text{und} \\ 4) \quad & v_2 = \frac{(3m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)} u_1. \end{aligned}$$

Betrachtet man die Zähler der in den Gleichungen 3) und 4) rechts stehenden Brüche, so ergeben sich drei Möglichkeiten:

$$a) m_1 > 3m_2, \quad b) m_1 = 3m_2, \quad c) m_1 < 3m_2.$$

Geht man von a) aus und nimmt  $u_1$  positiv, so ist nach 3) auch  $v_1$  positiv,  $m_1$  setzt also seine Bewegungsrichtung nach dem Stoß fort; aber nach 4) ist auch  $v_2$  positiv,  $m_2$  wird daher in der Bewegungsrichtung von  $m_1$  zurückgestoßen; beides steht im Einklang mit DESCARTES Behauptung. Dagegen ist unter der Bedingung a)  $v_2 > v_1$ . Denn angenommen, es gelte:  $m_1 = 3m_2 + \delta$ . Durch Einsetzen in 3) erhielten wir dann

$$v_1 = \frac{3m_2 + \delta - 3m_2}{3m_2 + \delta + m_2} u_1 = \frac{\delta}{4m_2 + \delta} u_1$$

und durch Einsetzen in 4)

$$v_2 = \frac{9m_2 + 3\delta - m_2}{3m_2 + \delta + m_2} u_1 = \frac{8m_2 + 3\delta}{4m_2 + \delta} u_1 .$$

$v_2 > v_1$  steht aber im Widerspruch zu DESCARTES' zweiter Stoßregel, der gemäß sich beide Körper nach dem Stoß mit gleicher Geschwindigkeit fortbewegen werden. Entsprechend ließe sich zeigen, daß auch in den Fällen b) und c) keine Übereinstimmung mit dieser Regel zu erzielen ist.

Behandelt man die Prämissen der vierten Stoßregel mit den gleichen unter 1) und 2) genannten Axiomen, so ergibt sich, wiederum im Widerspruch zu DESCARTES' Ergebnis, daß der in Ruhe befindliche größere Körper in der Bewegungsrichtung des kleineren, bewegten, gestoßen wird.

Der Physiker, der DESCARTES kritisiert, verweist also, wie gesagt, nicht einfach auf die schlichte Evidenz alltäglicher Erfahrungen, sondern er hält ihm die, wie er meint, *richtigen* Axiome 1) und 2) entgegen. Alles andere ist bloße logische Schlußfolgerung hieraus und aus den von DESCARTES selbst angegebenen Randbedingungen (den Prämissen seiner Stoßgesetze). So wird also DESCARTES wie ein Student der Physik widerlegt, dem die Behandlung der Stoßgesetze im Rahmen der klassischen Physik als Prüfungsfrage gestellt ist und der die in diesem Rahmen zu erwartenden Ergebnisse nicht errechnet hat. Anders ausgedrückt: Man glaubt, DESCARTES auf seinem eigenen Terrain zu schlagen. Er hätte es sozusagen besser wissen müssen. Besonders deutlich läßt sich eine solche Haltung bei HUYGENS beobachten, der in der Tat der Meinung gewesen zu sein scheint, DESCARTES allein mit DESCARTES widerlegen zu können; oder, wie man es auch ausdrücken könnte, der überzeugt war, DESCARTES' System *richtig zu explizieren*, während DESCARTES dies falsch getan habe.

## 2. Der Sinn der Cartesianischen Stoßgesetze.

### Die „göttliche Mechanik“

Zu dieser Kritik an den Cartesianischen Stoßregeln muß aber zunächst festgestellt werden, daß sie deren Prämissen ganz anders definiert als DESCARTES. Man geht nämlich stillschweigend von der Voraussetzung aus, daß diese Prämissen gewisse Angaben über die Impulse zweier Körper enthalten (also über die jeweiligen Produkte aus Masse und Geschwindigkeit) und hält entsprechend den Satz von der Erhaltung des Impulses (Axiom 1) für hier zuständig. DESCARTES aber spricht gar nicht vom Impuls, sondern von etwas anderem. Seine Abhandlung der Stoßgesetze leitet er in den Princ., Pars Sec., XLIII, 19 mit den Worten ein: „Hier muß genau beachtet werden, worin die Kraft eines Körpers besteht, auf einen anderen einzuwirken oder der Einwirkung eines anderen zu widerstehen.“<sup>4</sup> Und er erklärt wenige Zeilen darauf: „... jene Kraft muß teils nach der Größe des Körpers, in dem sie ist, und der Oberfläche, durch die er von einem anderen getrennt ist, bemessen werden; teils nach der Geschwindigkeit der Bewegung sowie der Natur und der gegensätzlichen Art, in der verschiedene Körper einander begegnen.“<sup>5</sup> Der Begriff der trägen Masse kommt hier also gar nicht vor. Versteht DESCARTES aber wenigstens unter Geschwindigkeit dasselbe wie die klassische Physik? Nachdem er die Dauer als ein Attribut *in den Dingen* (in

---

<sup>4</sup> Hic vero diligenter advertendum est, in quo consistat vis cuiusque corporis ad agendum in aliud, vel ad actioni alterius resistendum. A. a. O. XLIII.

<sup>5</sup> Visque illa debet aestimari tum a magnitudine corporis in quo est, et superficiei secundum quam istud corpus ab alio disiungitur; tum a celeritate motus, ac natura et contrarietate modi, quo diversa corpora sibi mutuo occurrunt. A. a. O. XLIII.

rebus ipsis) bezeichnet hat, erklärt er: „Die einen Attribute und Modi sind in den Dingen selbst, die anderen aber sind nur in unserem Denken. Wenn wir also die Zeit von der Dauer überhaupt unterscheiden und sagen, sie sei die Zahl der Bewegung, so ist dies nur ein Modus des Denkens.“<sup>6</sup>

Und er begründet dies so: „Um aber die Dauer aller Dinge zu messen, vergleichen wir sie mit der Dauer jener größten und gleichmäßigsten Bewegungen, aus denen die Jahre und Tage entstehen; und diese Dauer nennen wir Zeit. Dies fügt der Dauer, allgemein genommen, nichts als einen Modus des Denkens hinzu.“<sup>7</sup>

Die Dauer, als etwas „in den Dingen“, wird also von der gemessenen Zeit, als etwas „nur im Denken“, wohl unterschieden. Worauf bezieht sich nun DESCARTES' Begriff von der Geschwindigkeit? Auf die Dauer oder auf die Zeit? Meint er damit etwas, was den Dingen selbst zukommt, also einen modus in rebus extensis, oder nur dem Denken, also einen modus cogitandi?

Geschwindigkeit ist aber nicht nur auf Zeit oder Dauer bezogen, sondern auch auf Bewegung. Lesen wir, was er

---

<sup>6</sup> Alia autem sunt in rebus ipsis, quarum attributa vel modi esse dicuntur; alia vero in nostra tantum cogitatione. Ita, cum tempus a duratione generaliter sumpta distinguimus, dicimusque esse numerum motus, est tantum modus cogitandi. A. a. O. Pars Prima, LVII. Der französische Text ist noch deutlicher: De ces qualitez ou attributs, il y en a quelques – uns qui sont dans les choses mesmes, et d'autres qui ne sont qu'en nostre pensée (Oeuvres, Bd. IX).

<sup>7</sup> Sed ut rerum omnium durationem metiamur, comparamus illam cum duratione motuum illorum maximorum, et maxime aequabilium, a quibus fiunt anni et dies; hancque durationem tempus vocamus. Quod proinde nihil, praeter modum cogitandi, durationi generaliter sumptae superaddit. A. a. O. LVII. Auch hier ist wieder der französische Text zusätzlich aufschlußreich, wo es heißt: . . . bien qu'en effet ce que nous nommons ainsi ne soit rien, hors de la véritable durée des choses, qu'une façon de penser (Oeuvres, Bd. IX).

über sie schreibt: „Aber wenn wir doch nicht nach dem gewöhnlichen Gebrauch, sondern der Wahrheit nach betrachten, was unter Bewegung verstanden werden sollte, um ihr eine bestimmte Natur zuzusprechen, so können wir sagen, daß sie *eine Übertragung eines Teils der Materie oder eines Körpers aus der Nachbarschaft jener Körper, die ihn unmittelbar berühren und doch als ruhend angesehen werden, in die Nachbarschaft anderer ist.*“<sup>8</sup> Und ferner: „Ich habe endlich hinzugefügt, daß jene Übertragung aus der Nachbarschaft nicht irgendwelcher beliebiger anstoßender Körper geschehe, sondern lediglich *jener, die als ruhend angesehen werden.* Die Übertragung selbst ist nämlich wechselseitig und es kann nicht gedacht werden, daß der Körper AB aus der Nachbarschaft des Körpers CD versetzt wird, ohne daß auch zugleich der Körper CD als aus der Nachbarschaft des Körpers AB versetzt gedacht werde; und es wird auf der einen wie auf der anderen Seite ganz dieselbe Kraft und Tätigkeit erfordert.“<sup>9</sup>

Bewegung ist also für DESCARTES etwas Relatives. Wir beziehen sie auf etwas, was als ruhend *angesehen* wird; stets kann aber sowohl das Bewegte als ruhend, wie auch das Ruhende als bewegt *gedacht* werden. Ist daraus nicht

<sup>8</sup> Sed si non tam ex vulgi usu, quam ex rei veritate, consideremus quid per motum debeat intelligi, ut aliqua ei determinata natura tribuatur: dicere possumus esse *translationem unius partis materiae, sive unius corporis, ex vicina eorum corporum, qua illud immediate contingunt et tanquam quiescentia spectantur, in viciniam aliorum.* A. a. O. Pars Secunda, XXV.

<sup>9</sup> Addidi denique, translationem illam fieri ex vicinia, non quorumlibet corporum contingorum, sed *eorum duntaxat, quae tanquam quiescentia spectantur.* Ipsa enim translatio est reciproca, nec potest intelligi corpus AB transferri ex vicinia corporis CD, quin simul etiam intelligatur corpus CD transferri ex vicinia corporis AB: ac plane eadem vis et actio requiritur ex una parte atque ex altera. A. a. O. XXIX.

zu schließen, daß die Bewegung, so betrachtet, für DESCARTES nur ein *modus cogitandi* ist? Daß auch sie daher von derjenigen unterschieden werden muß, die *in rebus*, also nicht durch unsere mehr oder weniger willkürliche Zeitmessung oder willkürlich gewählten Bezugssysteme bestimmt ist?

Diese Frage muß man, glaube ich, bejahen, wenn der unmittelbar auf die Lehre von der Bewegung folgende Abschnitt XXXVI des zweiten Teils der Principia nicht, wie es bisher anscheinend bei allen Interpreten der Fall war, ganz und gar unverständlich bleiben soll. Wir finden dort ein Kernstück von DESCARTES' Metaphysik. Da er die Materie mit der Ausdehnung gleichgesetzt hat, kann sie nur durch Gott in Bewegung gesetzt werden und da Gott als vollkommenstes Wesen unveränderlich ist, so wird er die Gesamtsumme der Bewegung im Universum konstant halten. Wie das im einzelnen geschieht, sollen die Stoßgesetze zeigen. Aber diese göttlich sanktionierte Konstanz verlöre doch ihren Sinn, wenn die Bewegung überhaupt nur einer relativen Beurteilung unterläge. Eben dann ist ja diese Konstanz *nicht* zu erreichen. Modern gesprochen: DESCARTES' Stoßgesetze als Erhaltungsgesetze können zum Beispiel nicht von einem rotierenden Bezugssystem aus gesehen Geltung haben. Wenn aber Gott der Urheber der Bewegung ist, so kann sie für ihn jedenfalls nicht relativ, sondern muß in rebus sein; sie ist eben nur *für uns* ein *modus cogitandi*.

In diesem Zusammenhang scheint mir noch folgende Stelle der Principia aufschlußreich: „Wir erkennen auch die Vollkommenheit in Gott, nicht nur weil er in sich selbst unveränderlich ist, sondern auch, weil er nur auf das Beständigste und Unveränderlichste wirkt: *So sehr, daß er mit Ausnahme der Veränderungen, welche die klare Erfahrung oder die göttliche Offenbarung sicher er-*

*geben*, und von denen wir einsehen oder glauben, daß sie ohne Änderung im Schöpfer geschehen, wir ihm keine andere unter seinen Werken unterstellen dürfen, damit nicht hieraus auf eine Unbeständigkeit in ihm geschlossen werde. Hieraus folgt ganz und gar vernunftgemäß die Annahme, daß Gott, weil er die Teile der Materie bei ihrer Erschaffung auf verschiedene Weise bewegt hat, diese ganze Materie ganz auf dieselbe Weise und in demselben Verhältnis wie am Anfang erhält und auch dieselbe Menge Bewegung in ihr bewahrt.“<sup>10</sup>

DESCARTES unterscheidet hier Veränderungen, welche die klare Erfahrung (*evidens experientia*) zeigt, von Veränderungen, die sich aus der göttlichen Offenbarung (*divina revelatio*) ergeben. Kennt man seine abschätzige Einstellung zur Erfahrung, die er auch, wie eben erwähnt, noch einmal im Zusammenhang mit den Stoßgesetzen ausdrücklich bekräftigt, so kann kein Zweifel daran bestehen, welche Veränderungen von Gott selbst verursacht worden sind: Nämlich die wahren und nicht nur scheinbaren, die nicht durch die Sinne und in beliebiger Relativität als *modus cogitandi* bestimmbar, sondern in göttlicher Offenbarung gegeben (in rebus).

Fassen wir zusammen: Die Kraft, die für DESCARTES beim

---

<sup>10</sup> Die Hervorhebung stammt von mir. Der lateinische Text lautet: *Intelligimus etiam perfectionem esse in Deo, non solum quod in se ipso sit immutabilis, sed etiam quod modo quam maxime constanti et immutabili operetur: adeo ut, iis, mutationibus exceptis, quas evidens experientia vel divina revelatio certas reddit, quasque sine ulla in creatore mutatione fieri percipimus aut credimus, nullas alias in eius operibus supponere debeamus, ne qua inde inconstantia in ipso arguatur. Unde sequitur quam maxime rationi esse consentaneum, ut putemus ex hoc solo, quod Deus diversimode moverit partes materiae, cum primum illas creavit, iamque totam istam materiam conservet eodem plane modo eademque ratione qua prius creavit, eum etiam tantundem motus in ipsa semper conservare.* A. a. O. XXXVI.

Stoß wirksam ist, hat mit Impuls, wie wir ihn verstehen, nichts zu tun. Weder bezieht sie sich auf die träge Masse noch auf eine Geschwindigkeit, die auf menschlicher Zeitmessung und auf möglichen Wahrnehmungen nur relativ bewegter Körper beruht. DESCARTES' Stoßgesetze beschreiben vielmehr fundamentale Vorgänge der Natur, wie Gott sie sieht, bezogen nämlich auf eine Dauer und eine Bewegung in rebus oder sub specie aeternitatis. Sie sind also Teil einer Art „göttlicher Mechanik“. Damit aber hebt sich der Widerspruch auf, den man bisher, ich erwähne vor allem die Standardwerke von KOYRÉ und MOUY, zwischen DESCARTES' Lehre von der Relativität der Bewegung und seinen göttlichen Erhaltungsgesetzen gesehen hat; damit löst sich auch die Schwierigkeit, DESCARTES einen durch einfache Erfahrung zu findenden Irrtum unterstellen zu müssen, der ihm nicht entgangen sein konnte; damit erübrigt sich schließlich der weit hergeholtte Versuch KOYRÉS, DESCARTES' Hinweis auf die Relativität der Bewegung als eine bloß listige Taktik anzusehen, welche die Kirche mit der Kopernikanischen Astronomie und mit der Bewegung der Erde versöhnen sollte; eine Taktik freilich, welche die Cartesianische Mechanik widersprüchlich und dunkel gemacht habe.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> MOUY schreibt: „Il y a là une erreur, parce que cette manière de considérer le mouvement est en désaccord complet avec la relativité que DESCARTES lui avait attribuée en principe. Si le mouvement est relatif, sa »détermination« n'est pas une propriété absolue qui puisse être considérée à part et qu'on ait, par exemple le droit d'inverser.“ *Le Développement de la Physique Cartésienne*, Paris 1934, S. 22. – KOYRÉ bemerkt: „En effet, ce n'est pas seulement avec les lois du choc que la relativité cinétique du mouvement se révèle incompatible. Elle l'est déjà avec celle de la conversation du mouvement, comprise, comme DESCARTES veut expressément la comprendre, comme conversation de la *quantité* de mouvement; car il est évident que si l'on attribue – à quoi la

Alle diese Widersprüche, Schwierigkeiten, Dunkelheiten und hergeholten Hypothesen verschwinden, wenn man sich zu der doch so naheliegenden und vielleicht gerade deswegen stets übersehenen Deutung bereit findet, daß, wie gezeigt, DESCARTES' Stoßgesetze sich gar nicht auf die relative Bewegung als *modus cogitandi* beziehen, welche gewöhnliche Erfahrung notwendig bestimmt.

So unterscheidet DESCARTES auch den dritten Teil seiner *Principia*, der *de mundo adspectabili* (von der sichtbaren Welt) handelt, von dem vorangegangenen *de Principiis rerum materialium* (über die Prinzipien körperlicher Dinge) und beginnt diesen dritten Teil mit den Worten: „Nachdem nun einige Prinzipien der körperlichen Dinge gefunden worden sind, die nicht den Vorurteilen der Sinne, sondern dem Licht der Vernunft so entnommen sind, daß wir an deren Wahrheit nicht zweifeln können, ist zu prüfen, ob wir aus ihnen allein alle Erscheinungen der Natur erklären können.“<sup>12</sup> Das Unsichtbare, das dem

---

réciprocité et la relativité cinétique nous donneraient le droit – *la même vitesse* tantôt au grand, tantôt au petit corps qui se rapprochent ou s'éloignent l'un de l'autre, on obtiendra des *quantités de mouvement* très différentes. Or, on ne peut admettre que DESCARTES soit resté insensible à des contradictions aussi flagrantes; ni qu'elles lui aient échappé.“ Und KOYRÉ fügt hinzu: „L'ultra-relativisme de sa notion du mouvement n'est pas originel chez DESCARTES. Il ne l'adopte, croyons-nous, que pour pouvoir concilier l'astronomie copernicienne, ou, plus simplement, la mobilité de la terre, visiblement impliquée par sa physique . . . , avec la doctrine officielle de l'Eglise. Effort qui n'aboutit qu'à rendre la mécanique cartésienne contradictoire et obscure.“ Galilée et la Loi d'Inertie, Paris 1939, S. 329.

<sup>12</sup> *Inventis iam quibusdam principiis rerum materialium quae non a praeiudiciis sensum, sed a lumine rationis ita petita sunt, ut de ipsorum veritate dubitare nequeamus, examinandum est, an ex iis solis omnia naturae phaenomena possimus explicare.* A. a. O. Pars Tertia, I.

Sichtbaren zugrunde liegt und von dem her wir alleine dieses Sichtbare zu deuten haben, wird durch eine unbezweifelbare Vernunft erkannt, welche das Sinnliche auf seine wahren Ursachen hin durchschaut und sich eins mit dem Lichte göttlicher Offenbarung weiß. Daher das geradezu provozierende Desinteresse am klaren Augenschein, ja, seine Herausforderung, wie sie besonders in der Regel vier zum Ausdruck kommt.

### 3. *Der innere Widerspruch im Cartesianischen System*

Die Kritik an DESCARTES kann also keinesfalls in dem Hinweis darauf bestehen, daß er *falsche* Stoßgesetze aufgestellt hat, sofern man damit solche meint, die für die Zwecke menschlicher Erfahrung nutzbar gemacht werden können und auf dem Begriff des Impulses  $= m \cdot v$  beruhen. Denn hiervon spricht ja DESCARTES gar nicht. Der Vorwurf kann sich daher nur eben dagegen richten, daß DESCARTES hiervon nicht spricht und daß er sich sozusagen mit „himmlischen“ anstatt mit „irdischen“ Dingen beschäftigt. Denn mit Recht kann man darauf hinweisen, daß dem Überschwenglichen und exaltierten Rationalismus, dem er sich hierbei überläßt, die Legitimation fehlt. Daß die Stoßgesetze für die Vernunft *clare et distincte* seien, ist nicht nachvollziehbar, zumal sie, wie schon HUYGENS bemerkt, teilweise einander widersprechen. Vor allem aber könnte man auf folgendes verweisen: Es gibt zum einen im Cartesianischen System jenen Rationalismus, der, als solcher, technisch-praktisch wirksam sein will, ja sogar den Anspruch erhebt, überhaupt erst die Voraussetzungen für eine solche Wirksamkeit geschaffen zu haben, und zum anderen jenen, der,

als exaltierte Apotheose der Vernunft, allem Irdischen entrückt, die reine Theorie, die reine Erkenntnis als Gottesschau sucht. Zwischen beiden aber besteht bei DESCARTES eine unüberbrückbare Kluft. Hier liegt eine Unstimmigkeit im System vor, die Verwirrung stiftet und unbefriedigend ist.

Der durch Gott garantierte und damit göttlicher Wahrheit verpflichtete Rationalismus, wird, wie gesagt, insbesondere in den Stoßgesetzen deutlich; der dem praktischen Nutzen zugewandte Rationalismus DESCARTES' dagegen findet vor allem an folgenden Stellen seinen Ausdruck: Im Discours de la Méthode, sechster Teil, schreibt er: „Sobald ich mir aber einige allgemeine Grundbegriffe in der Physik verschafft hatte, . . . so glaubte ich sie nicht verbergen zu dürfen, ohne sehr gegen das Gesetz zu verstoßen, das uns verpflichtet, das allgemeine Beste aller Menschen zu befördern. Denn sie haben mir gezeigt, daß es möglich ist, zu Kenntnissen zu kommen, die von großem Nutzen für das Leben sind, und statt jener spekulativen Philosophie, die in den Schulen gelehrt wird, eine praktische zu finden, die uns die Kraft und Wirkungsweise des Feuers, des Wassers, der Luft, der Sterne, der Himmelsmaterie und aller anderen Körper, die uns umgeben, ebenso genau kennen lehrt, wie wir die verschiedenen Techniken unserer Handwerker kennen, so daß wir sie auf eben dieselbe Weise zu allen Zwecken, für die sie geeignet sind, verwenden und uns so zu Herren und Eigentümern der Natur machen könnten. Dies ist nicht nur für die Erfindung einer unendlichen Zahl von Kunstgriffen zu wünschen, die uns ohne jede Mühe zum Genuß der Früchte der Erde und aller Annehmlichkeiten auf ihr verhelfen würden, sondern vor allem auch für die Erhaltung der Gesundheit, die ohne Zweifel das erste Gut und die Grundlage aller anderen

Güter des Lebens ist.“<sup>13</sup> Und in den Principia, Pars Quarta, CCIII f., lesen wir: „So wie nun die, welche in der Betrachtung der Automaten geübt sind, aus dem Gebrauche einer Maschine und einzelner ihrer Teile, die sie kennen, leicht abnehmen, wie die anderen Teile, die sie nicht sehen, gemacht sind, so habe auch ich versucht, aus den sichtbaren Wirkungen und Teilen der Naturkörper zu ermitteln, wie ihre Ursachen und unsichtbaren Teilchen beschaffen sind. – Wenn man auch vielleicht auf diese Weise erkennt, wie alle Naturkörper haben entstehen können, so darf man daraus doch nicht folgern, daß sie wirklich so gemacht worden sind. Denn derselbe Künstler kann zwei Uhren anfertigen, die beide die Stunden gleich gut anzeigen und äußerlich sich ganz gleichen, aber innerlich doch aus sehr verschiedenen Verbindungen der Räder bestehen, und so hat unzweifelhaft auch der höchste Werkmeister, Gott, alles Sichtbare auf mehrere verschiedene Arten hervorbringen können, ohne daß es dem menschlichen Geiste möglich wäre, zu erkennen, welches der ihm zur Verfügung stehenden Mittel er hat anwenden wollen, um sie zu schaffen. Ich gebe diese Wahrheit bereitwilligst zu, und ich bin zufrieden, wenn die von mir erklärten Ursachen derart sind, daß alle Wirkungen, die sie hervorzubringen vermögen, denen gleich sind, die mir in den Erscheinungen bemerken, ohne daß ich mir deshalb den Kopf zerbreche, ob diese auf diese oder eine andere Weise hervorgerufen sind. Dies wird auch für die Zwecke des Lebens genügen, weil sowohl die Medizin und Mechanik wie alle anderen Künste, welche

---

<sup>13</sup> Zitiert nach der Übersetzung von L. GÄBE, Hamburg 1960. S. 101. Im Gegensatz zu den vorigen Zitaten verzichte ich hier und im folgenden auf die Wiedergabe des Originaltextes, da es dabei weniger auf den genauen Wortsinn als vielmehr auf den allgemeinen Zusammenhang ankommt.

die Hilfe der Physik bedürfen, nur das Sichtbare und deshalb zu den Naturerscheinungen Gehörige zu ihrem Ziele haben.“<sup>14</sup>

Nun muß man, meine ich, die zuletzt angeführte Stelle aus den Principia nicht so verstehen, als ob DESCARTES auch all das, was er für absolut evidente Prinzipien der Natur ausgab (wie zum Beispiel die Stoßgesetze), wieder anzweifelte. Mir scheint vielmehr, daß er sich hier auf die mehr spezifischen Erörterungen bezieht, die er in den Abschnitten über die sichtbare Welt und über die Erde vorgetragen hat. Aber wie dem auch sei; beide angeführte Zitate zeigen deutlich den geradezu emphatischen Anspruch auf eine vor allem der technisch-praktischen Weltbewältigung dienende Wissenschaft. Und so liegt zwischen seiner der Erfahrung entrückten Schau göttlich-mechanischer Wirksamkeit, die er in dem Abschnitt über die Prinzipien körperlicher Dinge bietet, und diesem Anspruch eine unüberbrückbare Kluft.

#### *4. Der Übergang von Descartes zu Huygens als ein Beispiel für die Selbstbewegung von Systemmengen*

Ich sagte eingangs, die Cartesianischen Stoßgesetze und ihre spätere Kritik bieten ein interessantes Beispiel für die im vorigen Kapitel beschriebene Vielschichtigkeit und Struktur wissenschaftshistorischer Prozesse. Dies will ich nun verdeutlichen.

Zunächst können wir feststellen, daß die noch heute allgemein geteilte, von HUYGENS stammende Ansicht, dieser habe DESCARTES empirisch widerlegt, im Banne des alten

---

<sup>14</sup> Zitiert nach der Übersetzung von A. BUCHENAU, Hamburg 1955.

Klischees vom wissenschaftlichen Fortschritt befangen ist: Diejenige Theorie, die eine alte ablöst, ist wahrer, so meint man. Aber der historischen Wirklichkeit hält auch hier eine solche Vorstellung nicht stand. Es ist in diesem Zusammenhang unerheblich, daß die Cartesianischen Stoßgesetze gewisse immanente Widersprüche aufweisen (die auch beseitigt werden könnten). Denn auf keinen Fall läßt sich davon sprechen – und eben dies forderte ja das erwähnte Klischee –, daß der Fortschritt zu HUYGENS durch empirische Falsifikation DESCARTES' oder die Entdeckung neuer Tatsachen zustande kam. Das erste nicht, weil sich, wie gezeigt, DESCARTES' Behauptungen jeder empirischen Falsifikation entziehen und weil sie überhaupt von etwas anderem handeln als diejenigen von HUYGENS. Warum aber das zweite nicht zutrifft, läßt sich folgendermaßen erkennen:

*Erstens:* Einer der wichtigsten Gründe, warum HUYGENS und seine Nachfolger von DESCARTES abrückten, lag in der Ablehnung von DESCARTES' Entscheidung, nur solche Sätze als wissenschaftlich ausgewiesen zu betrachten, die, im Lichte der Vernunft betrachtet, *clare et distincte* sind. So erklärte HUYGENS ausdrücklich, er stimme diesem „*κατ'ἄλλοιον veri*“ DESCARTES'<sup>15</sup> nicht zu. Umgekehrt beruft er sich immer wieder darauf, daß seine, HUYGENS', Stoßgesetze „vollkommen mit der Erfahrung zusammenstimmen“, während diejenigen DESCARTES' „gegen alle Erfahrung sind“.<sup>16</sup> Was sich also zunächst ändert, ist das, was ich eine *judicale Entscheidung* nenne (vgl. Kapitel IV): eine Entscheidung darüber, nach welchen Maßstäben theoretische Aussagen anerkannt oder verworfen werden sollen. Es handelt sich in diesem Falle um einen

---

<sup>15</sup> Vgl. hierzu die von MOUY angeführten Zitate, a. a. O. S. 193.

<sup>16</sup> Zitiert nach MOUY: a. a. O. S. 193.

im Zuge der damaligen Entwicklung beobachtbaren Übergang von einer streng rationalistischen zu einer mehr empirischen Einstellung, wenn auch die letztere keineswegs – zumindest nicht bei HUYGENS – mit einem nun wieder strengen Empirismus zu verwechseln ist. Diese Wendung ist aber HUYGENS bereits so selbstverständlich, daß er gar nicht sieht, wie er, mit dieser neuen judicalen Entscheidung, DESCARTES weniger in seinen Stoßgesetzen, als eben in *dieser* Entscheidung trifft. Sind doch die Stoßgesetze, im Lichte von DESCARTES' „κρῖσις“ *veri*“ gesehen, vom empirischen Standpunkt gar nicht widerlegbar, ja, besagen dort etwas gänzlich anderes als diejenigen der klassischen Physik.

*Zweitens:* Ähnlich liegt es hier mit dem, was ich *normative Entscheidungen* für die Wissenschaften nenne (vgl. Kapitel IV), also solche über die Ziele, die sie zu verfolgen haben. DESCARTES hatte, wie sich zeigte, zwei solche Ziele, nämlich einmal, die göttlichen Konstruktionsprinzipien aufzudecken, die, wie er glaubte, sich der Vernunft enthüllen müssen, zum anderen aber wollte er zum technisch-praktischen Nutzen beitragen. Das eine mit dem anderen harmonisch zu verbinden ist ihm nicht gelungen. Nun haben sich zwar seine Kritiker und Nachfolger keineswegs immer deutlich für das letztere Ziel ausgesprochen, jedenfalls nicht mit derselben Deutlichkeit, mit der sie *expressis verbis* ihre judicalen Entscheidungen getroffen haben. Und doch läßt sich auch hierin eine Wende nicht nur aus dem umfassenden Zusammenhang der auf DESCARTES folgenden Zeit erkennen, sondern sie ist auch deutlich genug eben jenen judicalen Entscheidungen zu entnehmen, die ja ohne eine gewisse mehr oder weniger bewußte Zielsetzung schwer zu begründen sind. Denn die Forderung nach empirischer Prüfung bedeutet doch zugleich, die Kontrolle durch verifizierbare oder

falsifizierbare Vorhersagen zu verlangen – und schon darin liegt ein unübersehbares Moment der Praxis, nämlich sich auf Erwartetes einstellen zu können und das Wissen vom Künftigen zu nutzen. Wenn also HUYGENS erst einmal das relative Bezugssystem festlegt, in Beziehung worauf seine Stoßgesetze gelten sollen, so zeigt er bereits die Absicht, ihnen eine Gestalt zu geben, wodurch sie im Experiment empirisch realisiert werden können. Und so sehr ist ihm dies selbstverständlich, daß ihm DESCARTES beinahe unbegreiflich zu sein scheint, weil er darauf nicht geachtet hat. Daß DESCARTES überhaupt etwas anderes hätte wollen können, sieht er nicht mehr. Das traditionelle Ziel, den göttlichen Weltgrund zu erforschen, woran DESCARTES, wenn auch in neuer, nämlich durch seinen Mechanismus geprägter Form, durchaus noch festgehalten hat, ist damit zwar nicht verschwunden; aber es ist so überlagert von dem anderen genannten Ziel, daß es im folgenden davon teilweise verdeckt, zumindest aber von ihm nicht mehr getrennt wird.

*Drittens:* Überhaupt erst die veränderten judicalen wie normativen Bedingungen führen dann zur Aufstellung neuer *Axiome* über Erhaltungsgesetze, aus denen schließlich die einzelnen, *in diesem Rahmen korrekten* und heute noch verwendeten Stoßgesetze abgeleitet werden können.

Aus diesen drei Beobachtungen geht meines Erachtens hervor, daß sich MOUY, der als klassischer Vertreter der Standardmeinung zum Verhältnis DESCARTES–HUYGENS gelten kann, irrt, wenn er zusammenfassend behauptet: „Or, il est remarquable que, pour parvenir à ce résultat merveilleux, HUYGENS est parti, tout simplement, des hypothèses cartésiennes . . . HUYGENS est strictement cartésien dans ses principes, et il est impossible de trouver cas plus authentique de développement des postulats

cartésiens.“<sup>17</sup> Im Gegensatz dazu hat aber im Sinne des vorangegangenen Kapitels HUYGENS keineswegs DESCARTES nur *expliziert* – nämlich korrekter, als DESCARTES dies selber tat –, sondern er hat das Cartesianische System *mutiert*, indem er gerade die Grundsätze verwarf, von denen DESCARTES ausging. Zum Beweis für seine These führt MOUY fünf für HUYGENS grundlegende Hypothesen an, die MOUY für rein cartesianisch hält und aus denen HUYGENS alle seine Stoßgesetze abgeleitet habe. Aber abgesehen davon, daß von diesen fünf Hypothesen zwei von den entsprechenden cartesianischen abweichen – was MOUY selbst bemerkt –, gibt es unter ihnen eine, von MOUY als dritte aufgeführt, die nur in oberflächlicher Sicht cartesianisch ist; nämlich das „principe du mouvement relatif“. Darin liegt ja gerade einer der wichtigen Unterschiede zwischen DESCARTES und HUYGENS, daß DESCARTES den Relativismus als etwas, was nur „en nostre pensée“ ist, von der Physik ausschließt und folglich seine Stoßgesetze aus der Sicht eines göttlichen Beobachters in einer Art Offenbarung der apotheotisch und sich ganz selbst genügenden Vernunft entwickelt, während HUYGENS ausdrücklich von einem relativen, irdischen und eben damit überhaupt erst empirisch realisierbaren Bezugssystem in einem Gedankenexperiment ausgeht: Es handelt sich um ein Boot, das mit konstanter Geschwindigkeit an einem geraden Ufer entlang fährt. (Ein entsprechendes Bild zierte auch die Titelseite seiner Abhandlung über die Bewegung.)

Es ist also in der Tat nicht die Entdeckung neuer Tatsachen, die HUYGENS dazu zwingen, von DESCARTES abzuweichen; es handelt sich hier vielmehr zunächst um eine Änderung der judicalen und normativen Festsetzungen;

---

<sup>17</sup> MOUY: a. a. O. S. 197.

und erst dann, nach dieser Mutation in den Grundlagen des Systems und in diesem neuen Rahmen, werden neue physikalische Axiome entworfen und neue Prüfungsverfahren entwickelt. Eine andere Sichtweise ist damit eröffnet, eine andere Form, Fragen zu stellen und Antworten zu erhalten, kurz: Eine neue Art von Erkenntnis. *Die Entdeckung neuer Tatsachen folgt also der Wandlung in den wissenschaftstheoretischen Kategorien, die im Kapitel IV entwickelt wurden, und nicht umgekehrt folgen diese auf neue Tatsachen.*

Es stellt sich daher die Frage, warum es zu dieser Mutation in den genannten Kategorien kam. Die Antwort liegt, wie mir scheint, in der schon angeführten Unstimmigkeit des Cartesianischen Systems, das Erwartungen auf eine praktisch-empirische Bewältigung der Naturwirklichkeit in faszinierender und suggestiver Weise erweckte, die es dann doch enttäuschte. Immer noch zu sehr verfangen in eine scholastisch-theologische Denkweise (insbesondere die Meditationen DESCARTES' zeigen sie ja sehr deutlich), vermag DESCARTES sein normatives Ziel nicht festzuhalten. Stoßgesetze aufzustellen als Grundlage einer Physik, für diese Physik selbst höchsten praktischen Nutzen zu versprechen und dann diese Gesetze doch wieder aller empirischen Verwirklichung und Verwertung dadurch zu entziehen, daß sie aus quasi göttlicher Sicht entworfen werden, für die menschliche Zeitmessung und Bewegungsbestimmung nicht zutreffen, konnte nicht befriedigen. Die Theologie und die Verbindung von Vernunft, göttlicher Offenbarung und Mechanik nimmt sich im Cartesianischen System eben doch nur wie ein erratischer Block aus. Und PASCAL sah ganz recht, wenn er bemerkte, DESCARTES habe Gott der Welt einen Stoß geben lassen und dann habe er ihn nicht mehr gebrauchen können. Der Fortschritt von HUYGENS zu DESCARTES besteht also

darin, daß HUYGENS das Cartesianische System von seinen inneren fundamentalen Unstimmigkeiten befreite, nicht aber darin, daß er es empirisch widerlegte oder auf Grund neuer empirischer Erkenntnisse verbesserte. Diese Befreiung erfolgte um den Preis einer Systemmutation. Zugleich aber erfolgte sie doch wieder mit Hilfe aller jener Elemente der Cartesianischen Philosophie, die in den neuen Rahmen hinübergerettet werden konnten. Dort werden sie neu interpretiert und treten sozusagen in neuem Lichte auf. Hierzu gehört insbesondere alles, was man als Grundgedanken des Mechanizismus bezeichnet, also die Reduktion aller materiellen Vorgänge auf Druck und Stoß, das von DESCARTES zuerst entwickelte Trägheitsprinzip, die Euklidizität des Weltraumes usf. Das neue System wird sozusagen aus der Konkursmasse des Cartesianischen aufgebaut, die Lösung der von DESCARTES aufgeworfenen Probleme, der von ihm nicht beseitigten Unstimmigkeit erfolgt ganz und gar mit den übrig gebliebenen Mitteln, die er bereitgestellt hatte.

Ich habe im Kapitel VIII den Ablauf wissenschaftsgeschichtlicher Prozesse als eine Selbstbewegung von Systemengen bezeichnet. Dies ist zwar, wie schon bemerkt, nur ein Gleichnis, aber ich werde mich seiner im folgenden immer dann als einer Kurzformel bedienen, wenn ich darauf verweisen will, daß nicht absolute, systemfreie Tatsachenbehauptungen und nicht absolut geltende Grundsätze die Entwicklung der Wissenschaft bewirken, sondern der Versuch, Unstimmigkeiten und Instabilitäten innerhalb historisch vorliegender Systeme zu beseitigen, wobei Teile von deren Substanz erhalten bleiben. Der Übergang von DESCARTES zu HUYGENS liefert hierfür ein Beispiel. Er zeigt in der Tat, daß nicht neue Erfahrungen neue Theorien herbeiführen, sondern daß neue Theorien, die aus dem Stoff der alten Theorien ent-

stehen, neue Erfahrungen bringen, weil sie einen neuen Erfahrungshorizont bereitstellen, sozusagen neue Bedingungen der Möglichkeit der Erfahrung. Dieser Übergang illustriert aber auch noch die weitere, im Kapitel VIII aufgestellte These, nach welcher der Versuch, Unstimmigkeiten und Instabilitäten innerhalb gegebener Systeme zu beseitigen (Selbstbewegung einer Systemmenge), dadurch erfolgt, daß ein Teil des umfassenderen Systemzusammenhangs an einen anderen, mit ihm nicht übereinstimmenden Teil angepaßt wird, und daß hauptsächlich darin jener Fortschritt besteht, der die Mutation der judicalen, normativen und axiomatischen Grundlagen eines Systems herbeiführt. Im vorliegenden Fall heißt das zum Beispiel, daß die Stoßgesetze DESCARTES' mit denjenigen seiner normativen Prinzipien in Übereinstimmung gebracht werden, welche die empirisch-praktische, zumindest aber die experimentelle Verwendbarkeit der Wissenschaft fordern.

Schließlich sollte dieses Kapitel zeigen, wie dienlich allgemeine wissenschaftstheoretische Betrachtungen (in diesem Fall über den Fortschritt) dazu sein können, einzelne historische Prozesse zu interpretieren. Denn das Mißverständnis, dem, wie ich meine, die bisherigen Deutungen des Überganges von DESCARTES zu HUYGENS unterlagen, kommt daher, daß man geeigneter wissenschaftstheoretischer Kategorien ermangelte, mit denen der bezeichnete Vorgang erhellt werden kann. Und so konnte man sich von bequem bereitliegenden und nicht reflektierten Klischees, die hinfort stets wiederholt wurden, nicht mehr lösen.

## X. Die Bedeutung des Historisch-Genetischen für die Relativistische Kosmologie und die klassische Frage, ob das Universum eine Idee sei

Im folgenden soll die Diskussion und die Rolle des Apriorischen im Sinne von Kapitel VIII am Beispiel der Relativistischen Kosmologie herausgearbeitet werden, ohne daß zunächst die Frage seiner Rechtfertigung dabei erörtert wird. Das soll in einem späteren Abschnitt des vorliegenden Kapitels geschehen. Mit der Rechtfertigung dieses Apriorischen wird sich dann auch das Verhältnis der Relativistischen Kosmologie zur Wirklichkeit klären und sich damit die alte, von KANT aufgeworfene Frage in einer neuen und angemessenen Weise beantworten lassen: Ist das Universum nur eine Idee?

Daß hier aus den zahlreichen gegenwärtigen Kosmologien gerade die Relativistische Kosmologie ausgewählt wurde, hat keinen in der Sache selbst liegenden Grund. Alles, was an dieser demonstriert wird, würde sich auch an jenen zeigen lassen. Aber diese Auswahl erweist sich doch als vorteilhaft, wenn man sich nicht nur an Spezialisten wenden will. Deswegen wurde auch auf eine Einarbeitung der neuesten Entwicklungen auf dem Gebiete der Kosmologie weitgehend verzichtet, wie sie etwa durch die Namen HAWKING, PENROSE, WHEELER und andere angezeigt werden. Diese Entwicklungen erfordern einen erheblichen technischen Aufwand, der nicht allgemein vorausgesetzt werden kann.

Die Relativistische Kosmologie stützt sich auf die *Allgemeine Relativitätstheorie* sowie üblicherweise auf das *Postulat des Weltsubstrates* und das *kosmologische Prin-*

zip. Beginnen wir damit und betrachten wir eines nach dem anderen.

### 1. Einsteins apriorische Begründung der Allgemeinen Relativitätstheorie

Als EINSTEIN die allgemeine Relativitätstheorie aufstellte, da dachte er zunächst gar nicht an die Möglichkeit, die vorliegenden physikalischen Tatsachen genauer zu beschreiben als die bisherige Physik oder gar neue zu entdecken. Ihm ging es, wie bereits im Kapitel VIII erwähnt wurde, vor allem darum, durch eine andersartige *Deutung* dieser Tatsachen zu einem *einheitlicheren* und *einleuchtenderen* Bild der Natur zu gelangen. Schon zur Speziellen Relativitätstheorie war er auf diese Weise gelangt. Dort wollte er den Widerspruch zwischen der MAXWELLSchen Lichttheorie und dem klassischen Grundsatz der Gleichberechtigung aller Inertialsysteme beseitigen. Aber die Spezielle Relativitätstheorie, welche dies leistete, war wieder nicht mit der Gravitationstheorie zu vereinbaren. Dies gelang erst mit der Allgemeinen Relativitätstheorie, also mit der Einführung eines RIEMANN-Raumes in die Physik, in dem nicht nur die Inertialsysteme, sondern *alle* Koordinatensysteme gleichberechtigt, und die Bahnen aller sich frei bewegenden Testkörper geodätische Linien sind, einerlei ob die Bewegungen in klassischer Sicht von der Trägheit oder der Schwerkraft bestimmt werden. Jetzt erst hatte EINSTEIN erreicht, was er suchte: Ein Konzept zur Entwicklung einer umfassenden Theorie, welche die MAXWELLSche Theorie, die Mechanik und die Gravitationstheorie vereint.

Da vorläufig keineswegs feststand, ob gegenüber denjenigen Theorien, die bisher über die gleichen Erfahrungsbereiche entwickelt worden waren, diejenige von EIN-

STEIN *empirische* Vorteile bieten würde, so sah er eben darin ihren eigentlichen Vorzug, daß sie umfassender sei als die anderen. *Darin* lag ihre eigentliche Rechtfertigung, ja die einzige, die ihm zunächst zur Verfügung stand. EINSTEIN ließ sich dabei von dem Grundsatz leiten, *daß die Natur durch einen einheitlichen Zusammenhang bestimmt ist*. Und dieser Grundsatz ist insofern *a priori*, als er niemals falsifiziert werden kann. Das Scheitern jeder mit seiner Hilfe entwickelten Theorie ließe sich ja damit erklären, daß sie eben gerade nicht *jene* Einheit der Natur träfe, welche der Natur in *Wahrheit* zugrunde liegt. Man könnte daher diesen Grundsatz im Sinne KANTS auch ein regulatives Prinzip nennen. Es besagte dann lediglich, daß wir nach der Einheit der Natur suchen *sollen*.

Nun wissen wir inzwischen, daß die Allgemeine Relativitätstheorie auch empirische Vorteile gegenüber der NEWTONSchen Gravitationstheorie verbuchen kann. Sind damit EINSTEINS ursprüngliche Argumente überflüssig geworden? Keineswegs, wie sich aus den vorangegangenen Kapiteln ergibt. Denn dort zeigte sich: eine empirische Bestätigung sagt über den *Inhalt* einer Theorie, also über die Wahrheit oder Falschheit dessen, was ihre Axiome behaupten, fast nichts aus. Nämlich: bestätigen kann man nur Basissätze, die aus diesen Axiomen abgeleitet werden; da nun nach den Regeln der Logik Wahres auch aus Falschem folgen kann, so dürfen wir jetzt sagen: Es läßt sich der genannten Bestätigung nur entnehmen, daß die Natur nicht ausdrücklich „Nein“ zum Inhalt der Theorie gesagt hat – aber damit hat sie auch nicht „Ja“ zu ihm gesagt. Dieser Inhalt braucht daher immer auch über solche Bestätigungen *hinausgehende* Begründungen und Rechtfertigungen *a priori*. Sie sind selbst dann unerlässlich, wenn die Theorie später als falsifiziert angesehen würde. Denn dann wissen wir nur, daß die Natur

irgend etwas aus der Menge der Behauptungen ablehnt, welche die Theorie enthält, aber wir wissen nicht was (DUHEM-QUINESCHES-Problem, vgl. Kapitel IV, S. 75). Und dann ist man wieder darauf angewiesen, u. a. apriorische Gründe anzugeben für das, was man behalten und für das, was man aufgeben will.

Aber hören wir EINSTEIN selbst. Seiner Meinung nach ist es ein „primitives Ideal“, wenn die Positivisten – und wir könnten heute ergänzen: auch die Popperianer – die einzige Aufgabe der Wissenschaft darin sehen, empirisch richtige Voraussagen zu machen.<sup>1</sup> Er hält es ausdrücklich für möglich, „daß beliebig viele, an sich gleichberechtigte Systeme der theoretischen Physik möglich wären“<sup>2</sup>. Und dann müßten ganz andere als empirische Gründe zur Auswahl unter ihnen aufgeführt werden. Schließlich richte sich auch die „Leidenschaft für die Forschung“<sup>3</sup> vor allem darauf, „die Realität“ begrifflich zu machen; sie richtet sich also insofern auf den *Inhalt* der Theorie, über den die Beobachtungsdaten aus den genannten Gründen nicht hinreichend Auskunft geben.<sup>4</sup> *Für dieses in seinen Augen Wichtigste an der Theorie gibt er als Kriterium eben jenes vorhin erwähnte regulative Prinzip an, das mit dem im Kapitel VIII entwickelten Postulat der Harmonisierung einer Systemmenge völlig übereinstimmt, nämlich „ein möglichst einfaches Gedankensy-*

---

<sup>1</sup> Zitiert aus P. A. SCHILPP: ALBERT EINSTEIN, Stuttgart 1951, S. 281.

<sup>2</sup> A. a. O. S. 282.

<sup>3</sup> A. a. O. S. 281.

<sup>4</sup> A. a. O. S. 281. Was unter „Realität“ näher zu verstehen ist, bleibt im vorliegenden Zusammenhang nebensächlich. Hier geht es jedenfalls um den *Inhalt* der Theorie, also darum, daß sich „die Leidenschaft der Forschung“ nicht mit willkürlichen, vielleicht sogar unverständlichen, von Computern in beliebiger Menge erzeugten Theorien zufrieden gibt, sondern ein wie auch immer begründetes *Bild* von der Natur entwerfen will.

stem zu suchen, das die beobachteten Tatsachen zu einem Ganzen verbindet“<sup>5</sup>. „Das besondere Ziel, das ich ständig vor Augen hatte“, schreibt er, „ist die Bildung einer logischen Einheit im Bereiche der Physik.“<sup>6</sup> „In gewissem Sinne halte ich es also für wahr, daß dem *reinen Denken* die Erfassung des Wirklichen möglich sei, wie es die Alten geträumt haben.“<sup>7</sup> Die Beziehung zur Erfahrung bleibt selbstverständlich gewahrt; aber die theoretische Konstruktion, die sich über diese wölbt, hat ihren zusätzlichen, *eigenen* und von der Erfahrung unabhängigen Begründungs- und Rechtfertigungszusammenhang. Er gehört offensichtlich zur *Selbstbewegung der Systemmenge*, wie sie im Kapitel VIII beschrieben wurde. „Die *Ratio* gibt den Aufbau des Systems“, lesen wir weiter bei EINSTEIN.<sup>8</sup> Und dies wurde ihm in einem Augenblick „völlig evident“,<sup>9</sup> als er noch davon ausgehen zu müssen glaubte, „daß zwei wesentlich verschiedene Grundlagen aufgezeigt werden können“, (nämlich die Allgemeine Relativitätstheorie und die NEWTONSche Theorie), „die mit der Erfahrung weitgehend übereinstimmen“; von denen also keine entscheidende *empirische* Vorteile für sich verbuchen konnte.

## 2. Das Postulat über das Weltsubstrat und das kosmologische Prinzip

Diese beiden Postulate (das sogenannte kosmologische Prinzip ist nämlich in Wahrheit auch ein Postulat), werden üblicherweise eingeführt, um von der Allgemeinen

<sup>5</sup> A. a. O. S. 281. Hervorhebung vom Verfasser.

<sup>6</sup> A. a. O. S. 281.

<sup>7</sup> A. a. O. S. 279. Hervorhebung vom Verfasser.

<sup>8</sup> A. a. O. S. 273. Hervorhebung vom Verfasser.

<sup>9</sup> A. a. O. S. 274.

Relativitätstheorie zu einer Relativistischen Kosmologie zu gelangen.

*Das Postulat über das Weltsubstrat* sagt aus, daß das Universum nach Art eines Gases mit gleichmäßig verteilter Materiedichte aufzufassen sei, dessen Moleküle zum Beispiel die Galaxienhaufen sind. Diese Moleküle, die an den Strömen des Gases teilhaben, sollen sich zu ihrer näheren Umgebung in Ruhe befinden. Alle Koordinatensysteme oder Beobachtungspositionen sollen stets als fest verbunden mit dem Weltsubstrat gedacht werden.

Das *kosmologische Prinzip* besagt, daß die Welt für jeden Beobachter den gleichen Anblick bietet. In der klassischen Physik bedeutet dies genauer, daß an Punkten mit gleichen Koordinaten innerhalb der verschiedenen Koordinatensysteme die Materie dieselbe Geschwindigkeit, denselben Impuls und die gleiche Dichte hat. Im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie bedeutet es, daß, grob gesprochen, für alle Beobachter, die sich mit dem Weltsubstrat bewegen, die geometrischen Verhältnisse im Universum gleich sind.<sup>10</sup> Um diese Verhältnisse als isotrop und homogen betrachten zu können, müssen die Weltlinien der Galaxienhaufen radial zum Koordinatenursprung des Beobachters hin- oder wegführen.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Das bedeutet genauer: Für die Punkte der vier-dimensionalen Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit, die in verschiedenen synchronisierten Koordinatensystemen (hier: Gestrichenes und Ungestrichenes) gleiche Werte der Raum-Koordinaten haben, das heißt  $\bar{x}_i = x_i$ , gilt:  $\bar{g}_{\mu\nu}(\bar{x}, t) = g_{\mu\nu}(x, t)$ , wobei die  $g_{\mu\nu}$  die Komponenten der Maßtensoren bedeuten mit  $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$ .

<sup>11</sup> BONDÍ sieht im kosmologischen Prinzip die Voraussetzungen dafür, daß überall im Universum bei gleichen Bedingungen die gleichen experimentellen Resultate erzielt werden. Aus diesem Grunde ist er sogar für ein gegenüber dem hier angegebenen verschärftes kosmologisches Prinzip, das aber nur für die Steady-State Theorie von Bedeutung ist. Vgl. H. BONDÍ: *Cosmology*, Cambridge 1961, S. 11 ff.

Es ist sogleich zu sehen, daß auch diese beiden Grundsätze von dem Gedanken an die Einheitlichkeit, hier könnte man vielleicht besser sagen: an die *Einfachheit* der Natur geprägt sind. Dabei ist wieder zu beachten, daß dieser Gedanke, wie schon im Falle der Allgemeinen Relativitätstheorie, nicht abstrakt, sondern in *Beziehung* auf eine *gegebene* Physik, also eine *gegebene historische Situation*, entwickelt wird. Das Postulat über das Weltsubstrat sowie das Kosmologische Prinzip entstammen zunächst dem Zusammenhang der Vorstellungswelt, die durch die klassische Mechanik geprägt war. Hier wird nun weiterhin das Kosmologische Prinzip innerhalb der Geometrisierung der Physik formuliert. Durch dergestalt umfassende Prinzipien entsteht ein Bild vom Universum als physikalische Einheit. Von dem Gedanken der Einfachheit und Einheitlichkeit der Natur beziehen das genannte Postulat und das genannte Prinzip ihre Überzeugungskraft. Diese Überzeugungskraft kann keine empirische Bestätigung der Relativistischen Kosmologie ersetzen und keine empirische Falsifikation schlechthin erledigen. Denn eine solche Bestätigung sagte, wie schon bemerkt, zu wenig über den Inhalt des Postulates und des Prinzips aus, und der Falsifikation wäre nicht zu entnehmen, ob sie sich gerade auf diese beiden bezieht.

### 3. Vier mögliche Weltmodelle der Relativistischen Kosmologie und ihre apriorische Diskussion

Wir haben jetzt alle Voraussetzungen beisammen, aus denen sich die Relativistische Kosmologie gewinnen läßt. Aus dem Postulat über das Weltsubstrat sowie aus dem kosmologischen Prinzip folgt logisch die Form der zeitabhängigen Metrik des Weltraumes, ausgedrückt durch

das sog. ROBERTSON-WALKERSche *Linielement*.<sup>12</sup> Setzt man in die Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie die durch dieses Linielement gegebenen Maßtensoren ein, so läßt sich schließlich eine kosmologische Weltformel ableiten, die mehrere Lösungsmöglichkeiten und damit mehrere mögliche Verläufe der Geschichte des Universums zuläßt.<sup>13</sup> Aus diesen seien nun vier Lösungstypen und damit vier mögliche Typen von Weltmodellen ausgewählt. Auf alle einzugehen wäre überflüssig, weil in ihnen die gleichen philosophischen Probleme wiederkehren, wie in den ausgewählten. Nur diese Probleme aber sollen im folgenden diskutiert werden. Die vier Lösungstypen lauten:

<sup>12</sup> Das kann man sich folgendermaßen verständlich machen: Dem Postulat über das Weltsubstrat und dem kosmologischen Prinzip läßt sich entnehmen, daß  $g_{00} = 1$  ist und alle anderen  $g_{\mu\nu}$  mit einem Index 4 verschwinden. Aus dem Linielement  $ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$  wird dann  $ds^2 = dt^2 + g_{ik} dx^i dx^k$ , wobei  $t$  die Zeit bedeutet und  $i, k = 1, 2, 3$  sind. Wenn sich ferner gemäß dem kosmologischen Prinzip die geometrischen Verhältnisse mit der Zeit isotrop und homogen verändern sollen, so gilt  $g_{ik} = |R(t)|^2 l_{ik}$ .  $R(t)$  ist dabei ein zeitabhängiger Ausdehnungskoeffizient, der wegen der vorhin angegebenen quadratischen Form des Linielementes quadriert wird. Bei passender Koordinatenwahl ergibt sich dann das ROBERTSON-WALKERSche Linielement

$$ds^2 = dt^2 - \frac{[R(t)]^2 [(dx^1)^2 + (dx^2)^2 + (dx^3)^2]}{\{1 + \frac{1}{4}k [(x^1)^2 + (x^2)^2 + (x^3)^2]\}^2},$$

wobei  $k$  die Krümmungskonstante darstellt, die nur die Werte  $-1, 0$  und  $+1$  annehmen kann.

<sup>13</sup> Diese Weltformel lautet:  $\left(\frac{dR}{dt}\right)^2 = \frac{C}{R} - k + \frac{c^2}{3} \lambda R^2$ .

Hierbei ist  $C$  die Energiekonstante,  $\lambda$  die in den Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie auftretende kosmologische Konstante und  $c$  die Lichtgeschwindigkeit. Die verschiedenen Lösungen dieser Gleichung hängen davon ab, welchen der drei möglichen Werte  $-1, 0$  oder  $+1$   $k$  annimmt und ob  $\lambda$  größer als, kleiner als oder gleich Null ist.

- 1) Die Welt existiert seit einer unendlichen Zeit und ist räumlich endlich. In dieser Zeit hat sie sich entweder überhaupt nicht verändert oder sie hat sich ausgedehnt (EINSTEIN-Modell).
- 2) Die Welt existiert seit einer endlichen Zeit. Am Anfang war alles in einem Punkt zusammengedrängt, um sich dann explosionsartig nach einer Art „Urknall“ ständig auszudehnen.
- 3) Die Welt explodierte vor einer endlichen Zeit durch einen Urknall, aber wenn ihre Ausdehnung einen bestimmten Höhepunkt erreicht hat, zieht sie sich wieder zusammen.
- 4) Ursprünglich war die Ausdehnung der Welt unendlich groß und damit die Materiedichte unendlich klein. Allmählich zog sie sich zusammen, aber nach Erreichen einer maximalen Dichte dehnte sie sich erneut ins Unendliche aus.

Wieder läßt sich zeigen, daß es gewichtige, von den empirischen Überprüfungen unabhängige Gründe gibt, die für oder gegen die einzelnen Weltmodelle sprechen. Dabei sollen diese Gründe auch jetzt, von Ausnahmen abgesehen, nur aufgeführt, aber keiner näheren Prüfung unterzogen werden. Die Frage, in welcher Weise in solchen Fällen entschieden werden kann, soll ja erst am Schluß dieses Kapitels behandelt werden.

Das Folgende wird stark an KANTS Erste Antinomie erinnern und in der Tat wird diese mehrfach zur Sprache kommen. Dennoch wird die apriorische Diskussion des Universums in der Relativistischen Kosmologie zeigen, daß KANTS Anspruch, es handele sich bei dieser Antinomie um eine notwendige Dialektik der Vernunft, nicht aufrechterhalten werden kann. Ob das Universum eine

Idee ist oder nicht, das können wir daher heute nicht im Rahmen der KANTschen Philosophie klären.

Beginnen wir zunächst mit einem Problem, das *alle* vier Weltmodelle betrifft. Sie alle nämlich setzen offenbar eine universelle Zeit, eine Weltzeit, voraus. In der Tat liegt eine solche schon im kosmologischen Prinzip. Denn wenn sich die geometrischen Verhältnisse im Weltall allmählich in allen Richtungen für alle auf die gleiche Weise verändern sollen, so heißt das auch, zur *gleichen Zeit*. Aber eine solche Gleichzeitigkeit, eine solche universelle Zeit ist relativistisch nur für *ausgewählte Beobachter* möglich, nämlich für diejenigen, die relativ zur mittleren Materieverteilung ihrer Nachbarschaft nicht bewegt sind – und damit sind offenbar jene gemeint, die mit dem Weltsubstrat mitschwimmen. Der relativistische Grundsatz von der Gleichberechtigung aller Bezugssysteme verliert hier seine Bedeutung.

Damit gerät nun zwar die Relativistische Kosmologie in keinen Widerspruch zu den Gesetzen der Allgemeinen Relativitätstheorie, denn es ist ja immer möglich, aus einer an sich gleichberechtigten Menge von Beobachtern solche auszuwählen, die in einer *bestimmten Hinsicht* unter *bestimmten Bedingungen* Gleiches beobachten. Aber die Frage ist doch zu stellen, mit welchem Recht man von einer *Weltzeit* sprechen darf, die nur für besondere Bezugssysteme verbindlich sein kann. Und diese Frage ist selbstverständlich keine solche, die man allein mit irgendwelchen Experimenten beantworten kann.

Es ergaben sich zwei einander entgegengesetzte Auffassungen. Die einen verteidigen die Weltzeit, die anderen lehnen sie ab.

EDDINGTON und JEANS zum Beispiel haben sich für die Weltzeit mit Gründen eingesetzt, die darauf hinauslaufen, daß so der durch die Allgemeine Relativitätstheorie

hervorgerufene Auseinanderfall zwischen einer wissenschaftlichen und einer vorwissenschaftlichen Zeitan-  
schauung wieder beseitigt werde.<sup>14</sup>

GÖDEL dagegen wandte sich gegen eine universelle Welt-  
zeit, gerade weil sie „von der besonderen Weise abhängt,  
in der die Materie und ihre Bewegung in der Welt ange-  
ordnet sind“. Denn „eine philosophische Anschauung“,  
bemerkt er, „die zu solchen Konsequenzen führt, kann  
kaum als befriedigend betrachtet werden.“<sup>15</sup>

Zwei einander entgegengesetzte Meinungen, zwei philo-  
sophische Begründungen. Der Streit kann also nur philo-  
sophisch entschieden werden.

Betrachten wir nun die einzelnen Weltmodelle der Rela-  
tivistischen Kosmologie der Reihe nach unter dem Ge-  
sichtspunkt der von empirischen Überprüfungen unab-  
hängigen Kritik oder Rechtfertigung ihres Inhalts.

Das *erste Modell* spricht von einer *unendlichen Zeit*, seit  
welcher die Welt existiert. Auch hier stoßen gegensätz-  
liche Meinungen aufeinander. Die einen halten eine sol-  
che unendliche Zeit a priori für möglich, die anderen für  
a priori unmöglich.

KANT lehnte sie aus *logischen Gründen* ab. Eine bis zum  
gegenwärtigen Zeitpunkt abgelaufene unendliche Zeit  
sei ein Widerspruch in sich selbst. Denn damit werde dem  
*Unendlichen* ein *Endpunkt* gesetzt, eben das Jetzt, den  
das Unendliche seinem Begriffe nach gar nicht haben  
könne.<sup>16</sup>

KANT entging es offenbar, daß dieser Widerspruch nur  
eintritt, weil er schon einen bestimmten Begriff über die

---

<sup>14</sup> A. S. EDDINGTON: *Space, Time and Gravitation*, Cambridge  
1920; J. JEANS: *Physics and Philosophy*, Cambridge 1942.

<sup>15</sup> K. GÖDEL: *Relativitätstheorie und idealistische Philosophie*, in:  
ALBERT EINSTEIN, Hrsg. P. A. SCHILPP, Stuttgart 1951, S. 412.

<sup>16</sup> KANT: *Kritik der reinen Vernunft*, Erste Antinomie.

*Existenz eines Ganzen* vorausgesetzt hat. Nach seiner Auffassung läßt sich nämlich eine solche Existenz nur behaupten, wenn es grundsätzlich möglich ist, *alle* Teile eines Ganzen vorzuführen, oder, wie er es auch ausdrückt, die „Synthesis“ dieser Teile zu *vollenden*. Und eine solche *vollendete* Synthesis ist in der Tat mit dem Begriff eines unendlichen Ganzen unvereinbar. In Wahrheit ist also KANTS Beweisführung gar nicht logisch, wie er glaubte, sondern erkenntnistheoretisch, nämlich eine solche, die sich auf die *Wirklichkeit* einer Sache bezieht.

Dies wird noch deutlicher, wenn man sich an CANTORS Begriff des Unendlichen erinnert. Dabei kann CANTOR in diesem Zusammenhang als KANTS Gegenspieler betrachtet werden. CANTOR hält die Existenz eines unendlichen Ganzen für gegeben, wenn es zum Beispiel ein mit endlichen Mitteln arbeitendes Abzählverfahren gibt, jeden Teil dieses Ganzen einer bestimmten Zahl aus der Reihe der Kardinalzahlen zuzuordnen. Es muß also grundsätzlich nur möglich sein, diesem Verfahren entsprechend *jeden einzelnen* Teil vorzuführen, aber daß es *alle* sein müssen, wird nicht verlangt. In dieser Sicht ist es auch kein Widerspruch, von einem unendlichen Ganzen zu sprechen, das ein letztes abschließendes Glied hat. Die unendliche Reihe der negativen Zahlen, die mit  $-1$  endet, ist ein Beispiel dafür.<sup>17</sup>

KANT geht sozusagen von einem *extensionalen*, CANTOR von einem *intensionalen* Begriff eines existierenden Ganzen aus. Daß aber der intensionale *logisch* unmöglich sei, kann nicht behauptet werden. Der ganze Unterschied ist,

---

<sup>17</sup> Vgl. hierzu auch das Kapitel „Infinity and the Actual“ in J. D. NORTH: *The Measure of the Universe*, Oxford 1965. NORTH zeigt auch, wie ein CANTORSches Abzählverfahren auf eine unendliche Menge von Galaxien angewendet werden könnte.

wie schon gesagt, ein erkenntnistheoretischer und damit philosophischer. Man kommt aber auch hier nicht darum herum, sich mit ihm auseinanderzusetzen, will man überhaupt den *Inhalt* dieses ersten Weltmodells ernst nehmen, rechtfertigen oder kritisieren.

Bevor die apriorischen Argumente für oder gegen das *zweite Weltmodell* genannt werden können, ist zuerst darauf hinzuweisen, daß es zwei Möglichkeiten gibt, es zu deuten: Entweder man extrapoliert die ein solches Modell darstellende Kurve wirklich bis zu dem Punkt, in dem die ganze Weltmaterie zusammengedrängt ist, oder man betrachtet diesen Punkt als eine Singularität, die aus dem übrigen Weltgeschehen ausgeklammert ist.

Im ersten Fall müßte man zugeben, auf der Grundlage der bestehenden Physik zu einem Ergebnis zu kommen, das ihr widerspricht, da es zum Beispiel den Erhaltungsgesetzen der Quantenphysik zuwiderläuft. Diese Physik müßte also nach den Gesetzen der Logik falsch sein („aus A folgt  $\neg A$ “ kann nur zutreffen, wenn „A“ falsch ist). Im zweiten Fall vermeidet man zwar logische Schwierigkeiten der genannten Art, dafür aber muß man in Kauf nehmen, daß der Verlauf der Welt in einer endlichen Zeit nicht über die ganze Zeitstrecke physikalisch definierbar ist. Über den Anfang der Welt könnte dann also die Physik nichts aussagen.

Die Streitfrage, die sich *hier* stellt, lautet nun: Will man ein Weltmodell gelten lassen, das zu dieser Annahme zwingt, oder will man es nicht? Wie man sich auch entscheidet, das ist wieder keine empirische Frage, sondern es hängt davon ab, welche *normativen* Anforderungen man an eine physikalische Theorie stellt, welche Leistungen man von ihr fordert. Und freilich hängt diese Erwartung, diese Forderung ihrerseits ab von der Klärung der Frage, mit welchem Recht man die Natur für einen durch-

gänglich physikalisch interpretierbaren Zusammenhang hält.

Eine weitere philosophische Frage, die man an das zweite Weltmodell stellen kann, betrifft die *endliche Weltzeit*. Ist eine solche a priori möglich oder nicht?

Auch hierzu haben wir eine klassische Äußerung KANTS: Wenn die Welt erst seit einer endlichen Zeit existiert, dann müßte ihr eine leere Zeit vorausgegangen sein. In einer leeren Zeit aber könne nichts anfangen, weil kein Teil in ihr von dem anderen – und damit meint KANT offenbar das Früher und Später – unterscheidbar wäre.<sup>18</sup> Aber schon der heilige Augustinus hat bemerkt, daß die Annahme, die Welt habe einen Anfang vor einer bestimmten Zeit gehabt, keineswegs einschließt, sie habe *in der Zeit* einen Anfang gehabt.<sup>19</sup> Die Welt könnte also ineins mit der Zeit, die zu ihr gehört, entstanden sein.

Damit entfällt zwar der Einwand KANTS, aber dafür wird nun wieder gegen Augustinus eingewandt, ein Weltanfang wäre ein Ereignis ohne Vorgänger und damit „objektiv“ unmöglich. Denn die „Objektivität“ von Ereignissen liege darin, daß sie in einen kontinuierlichen, kausalen Zusammenhang eingeordnet werden können.<sup>20</sup>

Die Zustimmung zu dieser Auffassung hängt wiederum davon ab, ob man wie KANT dem Kausalprinzip eine Art „transzendente Bedeutung“ beimißt oder ob man das nicht tut.

Wie steht es nun mit der *räumlichen Endlichkeit der Welt*, die in zahlreichen Weltmodellen behauptet wird?

Auch hier ist es freilich nicht zwingend, wenn KANT, dem

---

<sup>18</sup> KANT: Kritik der reinen Vernunft, Erste Antinomie.

<sup>19</sup> AUGUSTINUS: De Civitate Dei, XI, 6.

<sup>20</sup> Vgl. M. BUNGE: The Monist (1962) S. 126. Ferner G. J. WHITROW: in: British Journal for the Philosophy of Science (1954) S. 215. R. HARRÉ: ebd. (1962) S. 110.

Falle der endlichen Zeit entsprechend, mit einer endlichen Welt den Gedanken eines leeren Raumes glaubt verbinden zu müssen, in dem sie sich befindet, um dann diesen Gedanken dadurch ad absurdum zu führen, daß ein leerer Raum ja „nichts“ sei.<sup>21</sup> Dies ist deshalb nicht zwingend, weil die endliche Welt der relativistischen Kosmologie nicht in einen sie umgebenden Raum eingebettet werden muß, sich also nicht *notwendig* in einem unendlichen flachen Raum befindet.

Und doch würde man es sich zu einfach machen, wollte man KANT mit der Bemerkung abtun, er habe eben noch keine andere als die euklidische Geometrie gekannt. Denn die Frage, ob die euklidische Geometrie eine bevorzugte oder gar transzendente Bedeutung gegenüber anderen besitzt, ist weder durch den Nachweis der Existenz nicht-euklidischer Geometrien noch durch die Relativitätstheorie endgültig erledigt. Die Kantianer und die von DINGLER beeinflussten Operativisten halten heute noch daran fest, daß nichteuklidische Geometrien rein mathematische, fiktive Gebilde seien, die mit der Wirklichkeit des Weltraumes nichts zu tun haben. Bei den Kantianern gründet sich diese Auffassung auf eine bestimmte Theorie der Anschauung, bei den Operativisten auf eine bestimmte Theorie der Grundlagen aller Messung. Über diese Theorien mag man streiten; aber man widerlegt sie aus den bereits angegebenen Gründen gewiß nicht dadurch, daß man auf die *empirischen* Erfolge der Relativitätstheorie hinweist. Sondern den Argumenten der Kantianer über die Rolle der Anschauung und denjenigen der Operativisten über die Rolle der Messung kann nur wieder auf dem Gebiete der Theorie der Anschauung und dem der Messung entgegengetreten werden. Hierauf, so-

---

<sup>21</sup> KANT: Kritik der reinen Vernunft, Erste Antinomie.

wie auf KANTS Meinung, daß ein leerer Raum ebenso wie eine leere Zeit ein Nichts sei, wird bei der Erörterung des vierten Weltmodells zurückzukommen sein.

Das *dritte Weltmodell* zwingt zu der Frage, ob die darin beschriebene Oszillation *zyklisch* ist. Wäre dies möglich, etwa im Sinne von NIETZSCHES ewiger Wiederkehr des Gleichen oder wäre dies nicht möglich?

Wenn man den Zeitverlauf durch die Reihe der Weltzustände bestimmt, die aufeinander folgen, dann bedeutet die Wiederkehr des gleichen Weltzustandes auch die Wiederkehr desselben Zeitpunkts. Es gäbe dann aber überhaupt nichts, nicht einmal eine Verschiedenheit in der Zeit, worin sich der ursprüngliche vom späteren Zustand unterschiede. Ein in diesem Sinne vollständig Identisches könnte also gar nicht wiederkehren.

Der Gedanke der ewigen Wiederkehr des Gleichen ließe sich zwar retten, wenn man eine absolute, von den Weltzuständen unabhängige Zeit einführt. Da die Relativistische Kosmologie jedoch eine solche Zeit nicht zuläßt – die universelle, von ausgewählten Beobachtern abhängige darf man nicht mit ihr verwechseln –, so ist ihr dieser Ausweg verschlossen.

Aber ein Zyklus der Oszillation im dritten Weltmodell muß gar nicht als Wiederkehr des schlechthin Gleichen, sondern kann als Wiederkehr des Ähnlichen aufgefaßt werden. Die Oszillation wäre ja nur eine Funktion der Weltzeit ausgewählter Beobachter und folglich gäbe es auch nur für *diese* gleiche Zustände. Darüber hinaus gilt selbst für sie die geforderte Homogenität der Umgebung nur angenähert. So wäre es zwar durchaus möglich, das dritte Weltmodell zyklisch zu deuten; unmittelbar gezwungen ist man aber nicht dazu.

Es wäre nämlich im Gegenteil denkbar, daß die Welt einen Anfang hatte, in dem die Materie auf engem Raum

dicht zusammengedrängt war und daß sie nach einer Zeit großer Ausdehnung wieder ebenso endet, wie sie begonnen hat. Nimmt man dies aber an, so wäre freilich nicht nur die schon vorhin erörterte Frage zu klären, ob es ein *erstes*, sondern auch diejenige, ob es ein *letztes* Ereignis geben kann. Denn offenbar könnte dieses ebensowenig in die Kontinuität eines Kausalzusammenhanges eingeordnet werden wie jenes.

Betrachten wir abschließend noch das *vierte Weltmodell*. Es setzt an den Anfang und an das Ende der Welt einen unendlichen, leeren Raum.

Der Grund, warum KANT ihn wie auch eine leere Zeit ablehnt, liegt darin, daß beides kein Gegenstand der Anschauung sein könne.<sup>22</sup> Wie schwach dieses Argument ist, läßt sich schon daran ermessen, daß KANT an einer anderen Stelle der Kritik der reinen Vernunft ausdrücklich das Gegenteil lehrt. Dort heißt es nämlich, man könne „sich niemals eine Vorstellung davon machen, daß kein Raum sei, ob man sich gleich ganz wohl denken kann, daß keine Gegenstände darin angetroffen werden“<sup>23</sup>. Und über die Zeit schreibt er: „Man kann in Ansehung der Erscheinungen überhaupt die Zeit selbst nicht aufheben, ob man zwar ganz wohl die Erscheinungen aus der Zeit wegnehmen kann.“<sup>24</sup>

Vor allem aber wird man fragen müssen, ob die Behauptung, der leere Raum oder die leere Zeit seien nicht vorstellbar, etwas über deren Existenz aussagt. Der MACHsche Empirismus, der unter Vorstellbarkeit „mögliche Erfahrung“ verstand, war überzeugt, daß dies zutrifft und hat damit bei der Aufstellung der Allgemeinen Rela-

---

<sup>22</sup> KANT: Kritik der reinen Vernunft, Erste Antinomie.

<sup>23</sup> KANT: ebd. B. 39.

<sup>24</sup> KANT: ebd. B. 46.

tivitätstheorie und bei der Absicht, den absoluten Raum, der ja kein Gegenstand möglicher Erfahrung sein kann, durch die Gleichberechtigung aller Bezugssysteme auszuschalten, mitgewirkt.

Es ist in diesem Zusammenhang besonders bemerkenswert, daß sich unter bestimmten Bedingungen aus den EINSTEINSchen Feldgleichungen doch wieder so etwas wie ein absoluter Raum ergibt. Vor allem zeigt es sich, daß im Falle eines Vakuums, also des Nichtvorhandenseins von Materie, die Krümmung der Raumzeit keineswegs verschwindet. Der Raum hat also durchaus auch dort eine Struktur, wo nichts ist, er hat eine Existenz für sich. DE SITTER zum Beispiel bewies, daß die kosmologischen Feldgleichungen eine Lösung für den leeren Raum gestatten. Träte in diese ein Testkörper ein, so bewegte er sich gemäß der inneren Struktur des leeren, also absoluten Raumes.<sup>25</sup>

Es ist sehr bezeichnend, wie die Physiker darauf ansprachen.

Die einen, zum Beispiel DICKE, versuchten, die Allgemeine Relativitätstheorie so zu verändern, daß dieser Widerspruch zu einer hinter dem apriorischen Postulat der Gleichberechtigung aller Bezugssysteme stehenden empiristischen Philosophie wieder aufgehoben werden kann.<sup>26</sup> SYNGE dagegen sah nichts Abschreckendes darin,

---

<sup>25</sup> Bei der SCHWARZSCHILD-Lösung der EINSTEINSchen Feldgleichungen wird angenommen, daß es bestimmte ausgezeichnete Bezugssysteme gibt, in denen die  $g_{\mu\nu}$  MINKOWSKI-Werte im Unendlichen annehmen. Damit spielen hier, worauf A. GRÜNBAUM in seinem Buch „Philosophical Problems of Space and Time“, Dordrecht 1973, S. 420 hingewiesen hat, die Randbedingungen im Unendlichen die Rolle eines NEWTONschen absoluten Raumes.

<sup>26</sup> R. H. DICKE: *Cosmology, Mach's Principle and Relativity*, in: C. DEWITT und B. S. DEWITT (Hrsg.): *Relativity, Groups and Topology*, New York 1964, S. 222–236.

daß der absolute Raum sozusagen im Schoße der Allgemeinen Relativitätstheorie wieder auftauchte, wenn sich dies nur konsequent aus der Allgemeinen Relativitätstheorie ergibt, deren einheitlicher Begründungszusammenhang damit unmittelbar nicht angetastet wird.<sup>27</sup> DICKE und SYNGE verteidigen in diesem Falle nur apriorische Grundsätze. Denn es geht hier ja gar nicht um *empirische* Schwierigkeiten, in welche die Allgemeine Relativitätstheorie gekommen ist, sondern ausschließlich darum, daß gewisse *mathematische* Folgerungen aus ihr Aussagen über den Raum zulassen, die a priori annehmbar oder nicht annehmbar zu sein scheinen. Es geht nicht um Entscheidungen *aus* Erfahrung, sondern *für* Erfahrung, nämlich um die theoretischen *Voraussetzungen* für die Deutung und Beschreibung der Wirklichkeit.

Dies war auch bei NEWTON nicht anders. Er hatte die Existenz des absoluten Raumes nicht experimentell *bewiesen*, obgleich er dies glaubte. Dessen Existenz machte sich seiner Meinung nach dadurch bemerkbar, daß relativ zum Raum beschleunigte Körper Wirkungen, zum Beispiel Fliehkräfte, zeigen. Aber spätestens seit der Aufstellung der Allgemeinen Relativitätstheorie wissen wir, daß Fliehkräfte relativ zum absoluten Raum nur ein mögliches, der klassischen Physik zugrunde liegendes *Deutungsschema* sind.

Nach dieser Aufzählung der wichtigsten apriorischen Gründe, die bei der Begründung und Beurteilung des *Inhalts* der Relativistischen Kosmologie unvermeidlicherweise diskutiert werden müssen, sei nun untersucht, wie es mit der empirischen Überprüfung dieser Theorie steht. Dabei sei einer der interessantesten Fälle beispielhaft herausgegriffen.

---

<sup>27</sup> J. L. SYNGE: *Relativity: The General Theory*, Amsterdam 1960.

#### 4. *Über die Schwierigkeiten, die Relativistische Kosmologie zu falsifizieren*

An dieser Stelle bietet sich ein weiterer Anlaß, sich mit POPPERS Philosophie auseinanderzusetzen. Da er es für das Wichtigste hält, daß Theorien falsifizierbar sind und einer empirischen Überprüfung zugeführt werden können, gehört für ihn alles andere, was zur *Aufstellung* von Theorien führt, in das Gebiet der Psychologie, der Wissenschaftsgeschichte und des metaphysischen Glaubens. Mit einer wissenschaftlichen *Begründung* habe das nichts zu tun.

So schreibt POPPER in seiner „Logik der Forschung“: „... das Aufstellen der Theorien, scheint uns einer logischen Analyse weder fähig noch bedürftig zu sein.“<sup>28</sup> Zwar sei wissenschaftliche Forschung „*psychologisch* gesehen, ohne einen *wissenschaftlich indiskutablen*, also, wenn man will, *metaphysischen*‘ Glauben an . . . manchmal *höchst unklare* . . . *Ideen* wohl gar nicht möglich . . . Dennoch halten wir es für die *wichtigste Aufgabe* der Erkenntnislogik, einen Begriff der empirischen Wissenschaft anzugeben, der . . . insbesondere auch eine klare Abgrenzung gegenüber diesen *historisch-genetisch* manchmal so förderlichen metaphysischen Bestandteilen gestattet.“<sup>29</sup>

Im Gegensatz hierzu zeigten die vorangegangenen Betrachtungen, welche überragende und entscheidende Rolle apriorische, also nicht auf Erfahrung beruhende Gründe gerade bei der wissenschaftlichen *Rechtfertigung des Inhalts* von Theorien, hier der Relativistischen Kosmologie, spielen. Aber damit nicht genug. Der folgende Abschnitt soll darüber hinaus zeigen, daß die Prozesse,

<sup>28</sup> K. R. POPPER: Logik der Forschung, Tübingen <sup>2</sup>1966, S. 6.

<sup>29</sup> A. a. O. S. 13. Hervorhebung vom Verfasser.

die als empirische Überprüfungen *am Ende* des wissenschaftlichen Unternehmens stehen, von den apriorischen Überlegungen, die seinen *Anfang* begründen, gerade nicht abzugrenzen sind, wie POPPER das glaubt. Wenn also diese keine Begründungen lieferten, so auch nicht jene. Was zum Aufstellen einer Theorie führt, ist daher genauso wenig wie das, was zu ihrer Prüfung gehört, wissenschaftlich indiskutabel, bloßer Glaube, unklar oder lediglich von psychologischer und historisch-genetischer Bedeutung, sondern es ist ganz im Gegenteil einer der wichtigsten Gegenstände der „Erkenntnislogik“.

Aus der Relativistischen Kosmologie läßt sich eine Gleichung ableiten, welche die Abhängigkeit der beobachtbaren Strahlungsenergie einer Galaxie von der Rotverschiebung seines Lichtes bestimmt. Diese Gleichung enthält drei Lösungstypen, je nachdem, ob die in ihr auftretende Krümmungskonstante die Werte  $-1$ ,  $0$  oder  $+1$  hat.<sup>30</sup> Man könnte dann von einer Falsifikation der

<sup>30</sup> Ausgangspunkt ist die aus der Relativistischen Kosmologie ableitbare Gleichung

$$l_0 = \frac{L_1}{4 \pi R_0^2 s_k^2(\omega) (1+z)^2}.$$

Hierin bedeutet  $l_0$  die zur Zeit  $t_0$  bei einem Beobachter auftretende Lichtenergie einer Galaxie pro Zeit- und Flächeninhalt;  $L_1$  ist die gesamte zur Zeit  $t_1$  ausgestrahlte Lichtenergie desselben Nebels;  $4 \pi R^2 s_k^2(\omega)$  drückt die Fläche der Wellenfront der Kugelwelle dieses Lichtes zum Zeitpunkt  $t_0$  im RIEMANN-Raum aus; dabei ist  $k$  die Krümmungskonstante ( $-1$ ,  $0$ ,  $+1$ );  $(1+z)$  bezeichnet die Rotverschiebung. Nun ist nach dem WEBER-FECHNERschen Gesetz die Beziehung zwischen der *wahrgenommenen* Helligkeit  $m$  und der Strahlungsenergie  $l$  gegeben durch die Gleichung:  $m = -2,5 \log l_0$ . Somit ergibt sich durch die Logarithmierung der obigen Ausgangsgleichung:  $m = M + 5 \log R_0 + 2,5 \log 4 \pi + 5 \log s_k(\omega) + 5 \log (1+z)$ , wobei  $M = -2,5 \log L_1$ . Es geht also darum, eine Beziehung zwischen dem beobachtbaren  $m$  und dem beobachtbaren  $z$  herzustellen, wobei das Argument  $\omega$  von  $s_k$  wiederum von  $z$  abhängt.

Relativistischen Kosmologie sprechen, wenn die Kurve, die sich aus den gemessenen Daten der beiden genannten Parameter ergibt, mit keiner der drei Lösungstypen zu vereinbaren ist.

Die Gewinnung dazu hinreichender Daten ist zwar beim gegenwärtigen Stand der Teleskoptechnik noch nicht möglich; doch hat dies keine grundsätzliche Bedeutung. Eine solche kommt dagegen dem folgenden zu: Die erwähnte Gleichung liefert nämlich die überprüfbare Beziehung zwischen der beobachteten Strahlungsenergie und der Rotverschiebung nur dann, wenn man das Postulat einführt, daß entweder alle Galaxien gleich viel Strahlung zu allen Zeiten abgeben oder daß diese Strahlung wenigstens bei allen auf die gleiche Weise von der Zeit abhängt.<sup>31</sup> Dieses Postulat ist aber nichts anderes als ein besonderer Fall des kosmologischen Prinzips, wonach die Zustände in der Welt überall die gleichen sein sollen.

Nehmen wir nun an, unsere Teleskoptechnik wäre bereits genügend entwickelt, und wir gelangten mit den erwähnten Daten zu einer Kurve, durch welche die Relativistische Kosmologie falsifiziert wird. Wir könnten diese Falsifikation bestreiten, indem wir das Postulat, das sie überhaupt erst möglich gemacht hat, aufgeben. Dann

---

<sup>31</sup> Die in Anm. 30, S. 263 erwähnte Beziehung zwischen dem beobachtbaren  $m$  und dem beobachtbaren  $z$  läßt sich in der angegebenen logarithmischen Gleichung nur gewinnen, wenn u. a.  $M$  in einer Weise als konstant angesehen wird, so daß die Strahlungsenergie der Galaxien entweder für alle Zeiten die gleiche ist oder die gleiche Zeitabhängigkeit aufweist. Auch die anderen Tests der Relativistischen Kosmologie, wie zum Beispiel der Dichtetest, der Alterstest usf. gehen von ähnlichen, auf dem kosmologischen Prinzip beruhenden Voraussetzungen aus. Für die hier behandelte Frage der Falsifikation bietet also der Strahlungstest nicht etwa eine Ausnahme.

würden wir freilich in Kauf nehmen, daß die Theorie im vorliegenden Fall nicht mehr falsifizierbar ist. Entschließen wir uns aber doch, die Falsifikation anzuerkennen, dann bedeutete dies, mit dem genannten Postulat gerade jenen Teil der gemachten theoretischen Voraussetzungen beizubehalten, für den am wenigsten einleuchtende Gründe sprechen. Denn daß, bei allem Glauben an die Homogenität der Welt, auch noch alle Galaxien ein so monotones Verhalten zeigen sollen, das heißt doch wohl, das kosmologische Prinzip ein wenig arg zu strapazieren. Aber wie immer man sich auch hier verhalten mag: In jedem Falle hängt die Entscheidung über die Falsifikation, ja über die Falsifizierbarkeit der Theorie davon ab, wie man zu dem allgemeinen Prinzip steht, das schon bei der Aufstellung der Theorie eine entscheidende Rolle gespielt hat. Man kann also in der Tat den „Anfang“ einer Theorie von ihrem „Ende“ nicht einfach trennen; beides ist vielmehr unlöslich miteinander verknüpft. *Quod erat demonstrandum*. Damit kann aber das strenge Abgrenzungskriterium, das POPPER zwischen Wissenschaftlichem und Nichtwissenschaftlichem aufgestellt hat, nicht aufrecht erhalten werden. Denn es beruht ja auf der Annahme, daß eine solche Trennung zwischen dem empirisch Falsifizierbaren und dem nicht empirisch Falsifizierbaren möglich ist.

##### *5. Zur Rechtfertigung des Apriorischen in der Relativistischen Kosmologie*

Fassen wir zusammen: Die Relativistische Kosmologie beruht auf der apriorischen Annahme von der Einheitlichkeit und Einfachheit der Natur. Über die möglichen Weltmodelle, welche diese Theorie liefert, muß teils mit

empirischen, teils mit apriorischen Gründen geurteilt werden. Während aber auch im ersten Fall Apriorisches, nämlich die soeben genannte Annahme, eine entscheidende Rolle spielt, kann im zweiten Falle selbst eine nachträgliche empirische Überprüfung, weil sie über den Inhalt der Theorie nicht hinreichend Auskunft gibt, das einmal a priori gefällte Urteil über diesen nicht einfach ersetzen oder schlechthin entkräften.

Bezeichnet man daher mit POPPER apriorische Gründe als bloß psychologisch interessanten, wissenschaftlich aber undiskutablen Glauben, dann versinkt darin mitsamt der Relativistischen Kosmologie die gesamte Physik. Denn diese Gründe lassen sich in der Relativistischen Kosmologie nur besonders deutlich hervorheben, sie sind aber überall nachweisbar.

Wenn wir nun die Frage nach der Rechtfertigung der apriorischen Grundsätze in der Relativistischen Kosmologie stellen, so zeigt sich erneut, daß sie im genauen Widerspruch zu POPPER nur mit Hilfe des von ihm so abschätzig behandelten Historisch-Genetischen zu beantworten ist. Dabei werden wir klar erkennen, wie auch hier sich ein Fortschritt I und ein Fortschritt II im Sinne von Kapitel VIII vollzieht und der Rechtfertigungszusammenhang innerhalb einer gegebenen Systemmenge auftritt.

Wie dem Vorangegangenen zu entnehmen ist, läßt sich die historische Situation, die EINSTEIN vorfand, folgendermaßen beschreiben: *Gegeben* waren die Unvereinbarkeit zwischen der Speziellen Relativitätstheorie und der Gravitationstheorie NEWTONS sowie das Postulat von der Einfachheit der Natur. Dies alles vorausgesetzt, ergab sich für EINSTEIN die Notwendigkeit, die Spezielle Relativitätstheorie und die Gravitationstheorie miteinander in Einklang zu bringen. Dies gelang mit dem aprio-

rischen Postulat der Gleichberechtigung aller Bezugssysteme, das zur Allgemeinen Relativitätstheorie hinführte.<sup>32</sup> Und *darin* lag, mit Hinblick eben auf die gegebene Lage und im Einklang mit dem Postulat der Harmonisierung der gegebenen Systemmenge, dessen Rechtfertigung. Nun war eine neue Lage gegeben. Sie bestand erstens wieder aus dem Postulat der Einfachheit der Natur, zweitens nun aber zusätzlich aus der Allgemeinen Relativitätstheorie. Daraus ergab sich die weitere Notwendigkeit, die Allgemeine Relativitätstheorie mit der Kosmologie zu vereinen. Hieraus sowie aus der Gedankenwelt der klassischen Mechanik folgten das Postulat über das Weltsubstrat und das kosmologische Prinzip. Auch sie finden damit eine durch die Lage begreifliche Rechtfertigung a priori, die durch keinerlei empirische Daten ersetzt werden kann. Wollte man aber auch noch das Postulat der Einfachheit der Natur, das sich hier durch alles wie ein roter Faden hindurchzieht, gerechtfertigt sehen, dann müßte man sehr viel weiter zurückgehen, nämlich zu den geistigen Umwälzungen, die zur Auflösung des

---

<sup>32</sup> Die Apriorität des Grundsatzes von der Gleichberechtigung der Bezugssysteme läßt sich, abgesehen davon, daß er durch die Anwendung des apriorischen Postulates von der Einfachheit der Natur in der soeben beschriebenen Lage, in der sich EINSTEIN befand, zustande kommt, auch so deutlich machen. Man kann es zwar als eine empirische Tatsache ansehen, daß in der Umgebung unserer Erde kein Unterschied zwischen Schwere- und Trägheitsbeschleunigung feststellbar ist. Dies beruht auf der experimentell gut abgesicherten Gleichheit von träger und schwerer Masse. Aber diese experimentelle Tatsache ermöglicht nur, *begründet* aber *nicht* die Gleichberechtigung der Bezugssysteme, für die ja vorausgesetzt werden muß, daß der genannte Unterschied in jedem lokalen LORENTZ-System an jeder Stelle und zu jeder Zeit des Universums verschwindet. Bleibt man bei der euklidischen Geometrie, so ist er da; wählt man einen RIEMANN-Raum, so läßt er sich aufheben. Das eine wie das andere ist also ein Beschreibungs- oder Deutungsschema, das Erfahrungen *zugrunde* gelegt wird, das aber selbst nicht auf Erfahrung beruht.

Nominalismus und eines christlich-mythischen Weltbildes geführt haben. Denn dort wurde das Universum ja gerade *nicht* für einheitlich – einfach angesehen. (Es war weder homogen noch isotrop, es hatte ein Oben und Unten, ein Links und Rechts, den Himmel, die Erde und die Hölle.)

Auch die verschiedenen Argumente, die a priori für oder gegen die einzelnen, aus der Relativistischen Kosmologie ableitbaren Weltmodelle sprechen, können nur mit Hinblick auf eine bestimmte Lage, können nur *situationslogisch* im Sinne von Kapitel VIII beurteilt werden. Man wird KANT, der alle möglichen Weltmodelle verwarf, weitgehend recht geben müssen, wenn man von der apriorischen Raum-Zeitphilosophie NEWTONS und der besonderen philosophischen Problemlage ausgeht, in der sich KANT befand. Nur darin hatte er Unrecht, daß er die apriorischen Grundlagen der newtonischen Philosophie und diese von ihr weitgehend mitbestimmte Problemlage für *notwendig* und damit für alle Zeit durch die Vernunft gegeben hielt. Eine völlig veränderte Situation findet man vor, wenn man zur Relativistischen Kosmologie übergeht. Auf der Grundlage der apriorischen Postulate der Allgemeinen Relativitätstheorie (Gleichberechtigung aller Bezugssysteme), des Postulates über das Weltsubstrat und des kosmologischen Prinzips rechtfertigen sich nun alle jene apriorischen Argumente, die *für* jedes einzelne der vier Modelle der Relativistischen Kosmologie sprechen und keines von ihnen von vornherein ausschließen. Denn jetzt kann ja überhaupt erst die Kritik an der Endlichkeit der Welt, soweit sie auf der Voraussetzung der alleinigen Geltung der euklidischen Geometrie beruht, mit Hinweis auf das neue apriorische Recht, relativistisch auch gekrümmte Räume annehmen zu dürfen, zurückgewiesen werden; jetzt spricht für die intensionale

Definition unendlicher Mengen, daß sie sich im Gegensatz zur extensionalen harmonisch in die Relativistische Kosmologie fügt; und jetzt spricht alles für eine philosophische Auffassung, welche die Bedeutung der Anschauung und der Kausalität in der Kosmologie einschränkt, indem sie diese Bedeutung in jenem apriorischen *Gesamtzusammenhang* und *Rechtfertigungszusammenhang* erwägt, dem die Relativistische Kosmologie entspringt und den sie selbst darstellt.

Die Rechtfertigungen, von denen hier die Rede ist, haben also gewiß wieder die Schwäche, auf eine bestimmte Situation und *nur* auf diese bezogen zu sein; darüber hinaus ergeben sie sich daraus noch nicht einmal zwingend, wie in einer streng logischen Folgerung. Andere Möglichkeiten, a priori auf eine Situation zu reagieren, sind keineswegs ausgeschlossen. Mehrere Theorien stehen meistens zu einer bestimmten Zeit im Wettbewerb miteinander. So gibt es außer der Relativistischen Kosmologie noch zahlreiche andere moderne Kosmologien wie die neuere NEWTONSche Kosmologie, die Steady-State Theorie, diejenigen von EDDINGTON, DIRAC, JORDAN usf. Und schließlich verlieren Apriorismen auch noch ihre Rechtfertigung, wenn die historische Lage, mit der sie verbunden sind, durch eine ganz andere abgelöst wird. Für *zwingend* oder gar allgemein notwendig können sie also in der Regel nicht gehalten werden.

Aber zwischen absoluter Geltung einerseits und vollständiger, „wissenschaftlich indiskutabler Willkür“ oder bloßem „Glauben“ andererseits gibt es eben, wie auch hier gezeigt werden sollte, noch ein Mittleres: Nämlich ein rationales, begreifliches, intersubjektiv nachvollziehbares, apriorisches Argumentieren mit Hinblick auf eine bestimmte historische Situation. Wir müssen uns auch hier von der Zwangsvorstellung frei machen, daß Aprio-

risches mit Ewig-Gültigem, Transzendentelem gleichzusetzen ist. Wir müssen erkennen, daß es selbst in die Bewegung des Geschichtlichen hineingerissen und dennoch dadurch keineswegs zu etwas Empirischem wird. An dieser Bewegung haben selbstverständlich auch empirische Argumente Anteil. Aber über demjenigen, was sich durch Beobachtung als Bestätigung oder Falsifikation ergibt, wölben sich gewaltige, davon weitgehend unabhängige, apriorische Konstruktionen, die sich ständig verschieben, verändern, umgestalten und eigene Wirkungen oft revolutionärer Art ausüben. Damit aber läßt sich jetzt abschließend die Frage beantworten, ob das Universum nur eine Idee ist.

#### 6. Ist das Universum nur eine Idee?

KANT stützte seine Überzeugung, daß die Welt nur eine Idee sei, auf folgende Schlußfolgerung:

- 1) Die Welt hat *entweder* einen Anfang in der Zeit und ist in räumlichen Grenzen eingeschlossen, *oder* dies ist nicht der Fall, „*sondern*“ sie „ist sowohl in Ansehung der Zeit als des Raumes unendlich“<sup>33</sup>.
- 2) Es ist *logisch* falsch, daß die Welt unendlich ist; und es ist *erkenntnistheoretisch* falsch, daß sie endlich ist.
- 3) Da die Aussage über das Univerum in 1) eine vollständige Disjunktion darstellt, beide Glieder dieser Disjunktion aber falsch sind, so läßt sich überhaupt keine wahre Aussage über das Universum machen. Das Universum ist also nur eine Idee in dem Sinne, daß seinem Begriff keine Wirklichkeit an sich entspricht; und es ist eine unvermeidliche Dialektik der Vernunft, durch welche dies bewiesen wird.

---

<sup>33</sup> KANT: Kritik der reinen Vernunft, B 455.

Wie schon erwähnt, tritt diese Dialektik nur dann ein, wenn man u. a. von der apriorischen Raum-Zeitphilosophie NEWTONS ausgeht. Legt man die Relativistische Kosmologie zugrunde, so verschwindet die vollständige Disjunktion der ersten Prämisse in KANTS Schlußfolgerung. Ferner lassen sich, wie gezeigt, die gegebenen Weltmodelle nicht *logisch*, sondern nur philosophisch widerlegen. Überdies können sie auch Gegenstand *empirischer* Überprüfung sein. Und schließlich wird heute wohl niemand mehr behaupten wollen, die NEWTONSche Physik sei ein *notwendiges* Ergebnis der *Vernunft*.

Damit bricht KANTS Dialektik zusammen. Dennoch zeigt das Beispiel der Relativistischen Kosmologie, daß man auch heute noch vom Universum als einer Idee sprechen muß. Aber nicht, weil jedes Modell, das man von ihm entwirft, notwendigerweise falsch ist, sondern weil jedes Modell dieser Art nur eine apriorische Konstruktion ist, für deren Inhalt es niemals einen hinreichenden empirischen Beleg geben kann. Solche Konstruktionen sind daher weder an sich falsch, noch an sich wahr, und sie sind mit vorangegangenen oder späteren Schöpfungen auch nur insoweit vergleichbar, als die Lage selbst vergleichbar ist, der sie entstammen.<sup>34</sup> Trotzdem haben sie, *in den vorhin angegebenen Grenzen*, ihre empirische, vor allem aber historisch-apriorische Begründung und Rechtfertigung. Der letzteren wegen sind sie als Ideen daher auch ein Teil der Welt, in der wir geschichtlich jeweils leben, ein Teil unseres Selbstverständnisses in ihr. Denn dafür ist es von großer Bedeutung, wie uns das Universum in

---

<sup>34</sup> NORTH: a. a. O. S. 407, schreibt: „... we have found no evidence of immortality in the natural sciences. None has an absolute and permanent value. The individual theory of cosmology is neither true nor false: like any other scientific theory, it is merely an instrument of what passes for understanding.“

einer bestimmten Lage – *beinahe* – zwingend *erscheint*. Und damit ist die Idee des Universums ein Teil *unserer* Wirklichkeit. Wollte man einwenden, diese Wirklichkeit sei dann doch nur ein Schatten von uns, so wäre zu erwidern: Ein Schatten aber, über den wir, als *unseren* Schatten, nicht springen können. Und schließlich: Was wären wir ohne den Schatten? Ein Gespenst.<sup>35</sup>

Die letzten beiden Kapitel sollten die Betrachtungen des Kapitels VIII über die Struktur geschichtlicher Prozesse an einigen einschlägigen Beispielen der Wissenschaftsgeschichte vertiefen. Wir müssen uns aber jetzt noch einmal ausführlicher mit der Frage der Wahrheit beschäftigen. Zwar ergab sich schon, daß von einer beständigen Annäherung an so etwas wie die absolute Wahrheit – ein alter Traum der Wissenschaften – kaum die Rede sein könne. Aber es könnte durch die POPPERSche Philosophie der Eindruck entstanden sein, daß eine logisch einwandfreie Verwendung des Wahrheitsbegriffes mit einer historischen Auffassung, wie sie hier vertreten wird, unvereinbar ist. Diesem Irrtum soll jetzt entgegengetreten werden.

---

<sup>35</sup> Für die Durchsicht des Manuskriptes für dieses Kapitel und wertvolle Ratschläge hierfür danke ich Herrn Professor Dr. VOLKER WEIDEMANN, Institut für theoretische Physik der Universität Kiel.

## XI. Kritik am Wahrheitsbegriff in der Popperschen Philosophie und der Wahrheitsbegriff in der historistischen Theorie der empirischen Wissenschaften

POPPER stützt sich auf TARSKIS Theorie der Wahrheit.<sup>1</sup> Dessen Formulierung „P ist wahr genau dann, wenn p“ ändert er allerdings ab in „P entspricht den Tatsachen genau dann, wenn p“. „P“ bedeutet hierbei einen sprachlichen Ausdruck, „p“ die korrespondierende Tatsache. Von TARSKI übernimmt POPPER auch die drei Mindestforderungen, die man an eine solche Wahrheits- und Korrespondenzaussage richten muß, soll sie widerspruchsfrei und möglich sein: Erstens, sie muß in einer Metasprache formuliert sein, in der man über die Ausdrücke der entsprechenden Objektsprache, zum Beispiel „P“, sprechen kann. Zweitens, in der Metasprache müssen alle Tatsachen beschrieben werden können, welche die Objektsprache ebenfalls beschreiben kann, zum Beispiel p. Drittens muß die Metasprache Ausdrücke wie „entspricht den Tatsachen“ enthalten. So läßt sich dann auch definieren, was eine wirkliche Tatsache ist, nämlich: „p ist eine wirkliche Tatsache genau dann, wenn P wahr ist“.

Nun können wir zwar, meint POPPER, niemals sicher wissen, ob etwas wahr ist. Aber mit Hilfe von TARSKIS Theorie der Wahrheit glaubt er doch, einwandfrei von einer *Annäherung* an die Wahrheit sprechen zu dürfen.

Hierzu definiert POPPER zuerst den Gehalt einer Aussage

---

<sup>1</sup> Zu POPPERS Theorie der Wahrheit vgl. K. R. POPPER: Objektive Erkenntnis, Hamburg 1973; ders.: Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge, London 1965.

a. Dieser besteht in der Klasse aller logischen Folgerungen aus  $a$ . Ist also  $a$  wahr, so enthält diese Klasse nur wahre Aussagen. Ist aber  $a$  falsch, so gibt es in ihr ebenso wahre wie falsche Aussagen. (Zum Beispiel: „Es regnet immer am Sonntag“ ist falsch, aber die Folgerung, daß es am letzten Sonntag geregnet hat, kann wahr sein.) Unter dem Wahrheitsgehalt von  $a$  versteht POPPER entsprechend die Klasse der logischen Folgerungen wahrer Sätze aus  $a$ , unter dem Falschheitsgehalt aber die Klasse der logischen Folgerungen der falschen Sätze daraus.

Angenommen nun, zwei Theorien  $t_1$  und  $t_2$  sind miteinander vergleichbar. In diesem Falle ist  $t_2$ , wie POPPER bemerkt, dann und nur dann der Wahrheit näher oder entspricht besser den Tatsachen als  $t_1$ , wenn

- a) der Wahrheitsgehalt, aber nicht der Falschheitsgehalt von  $t_2$  denjenigen von  $t_1$  übertrifft,
- b) der Falschheitsgehalt, aber nicht der Wahrheitsgehalt von  $t_1$  denjenigen von  $t_2$  übertrifft.

Bezeichnen wir nun ein denkbare Maß des Wahrheitsgehaltes (Truth-Content) von  $a$  mit  $Ct_T(a)$  und ein entsprechendes Maß des Falschheitsgehaltes (Falsity-Content) mit  $Ct_F(a)$ , so können wir eine Formel für die Wahrheitsähnlichkeit (Verisimilitude) von  $a$ ,  $Vs(a)$ , finden:

$$Vs(a) = DfCt_T(a) - Ct_F(a).$$

(Diese Definition hat POPPER später verbessert, worauf hier aber nicht eingegangen werden muß.)

Eine Theorie hätte maximale Wahrheitsähnlichkeit, wenn sie allen wahren Tatsachen entspricht; sie wäre dann nach POPPER absolut wahr. In Wirklichkeit aber könnten wir immer nur von einer mehr oder weniger großen Wahrheitsähnlichkeit reden und entsprechend von einer An-

näherung an die Wahrheit. Die objektive Wahrheit, die absolute Wahrheit und die Wahrheitsähnlichkeit nennt POPPER eine regulative Idee.

### *1. Kritik an Poppers metaphysischem Realismus und der Wahrheitsbegriff der historistischen Wissenschaftstheorie*

Es ist sonderbar, daß POPPER und seine Anhänger ernsthaft glauben können, rein logische Analysen und Definitionen, wie sie soeben aufgeführt wurden, könnten den „metaphysischen Realismus“ stützen. Denn die Logik vermag nichts über die Wirklichkeit auszusagen, der metaphysische Realismus aber besteht doch in der Behauptung, daß eine bewußtseinstranszendente Wirklichkeit *an sich existiert*, eben jene, die wir in immer größerer Annäherung erkennen können. Was TARSKI und POPPER in der Tat gezeigt haben, das ist, daß man *logisch einwandfrei* über Wahrheit und Wahrheitsähnlichkeit sprechen kann – aber mehr nicht.

So läßt sich leicht einsehen, daß ihre exakten Definitionen auch mit anderen Erkenntnistheorien und nicht nur mit dem metaphysischen Realismus vereinbar sind. Betrachten wir zum Beispiel eine zu diesem geradezu entgegengesetzte Auffassung, nämlich diejenige des metaphysischen Idealismus von BERKELEY. Da er von dem Grundsatz ausgeht „esse est percipi“, „Sein ist Wahrgenommenwerden“, so ist auch eine Tatsache nur das von einem Subjekt Wahrgenommene und sonst nichts. Wir könnten also mit BERKELEY für „Tatsache“ „Wahrgenommenes“ einsetzen und entsprechend formulieren: „P entspricht dem Wahrgenommenen genau dann, wenn p“. Alle von TARSKI für Wahrheitsaussagen geforderten Mindestforderungen

wären auch hier erfüllt, selbst wenn eine solche Formulierung zunächst befremdlich klingen mag. Aber man muß sich nur klar machen, daß für BERKELEY  $p$  eben nichts anderes ist als etwas Wahrgenommenes. Wer hätte auch je daran zweifeln können, daß BERKELEYS „esse est percipi“ als solches und seine davon ableitbare Meinung über Tatsachen, Wahrheit usf. rein logisch als möglich betrachtet werden muß, wie immer auch sonst man dazu stehen mag?

Mit erkenntnistheoretischem *Inhalt* wird TARSKIS und POPPERS Definition der Wahrheit also erst dann erfüllt, wenn geklärt ist, was unter „Tatsache“ und „einer Tatsache entsprechen“ zu verstehen ist. Diesen Begriff aber deutet POPPER, wie insbesondere schon in den Kapiteln V und X zum Ausdruck kam, im Sinne eines naiven Empirismus und Realismus.

Gehen wir nun von dem *hier* vertretenen Standpunkt aus, daß Tatsachen etwas sind, was durch Wahrnehmung *und* historisch bedingte Apriorismen zustande kommt. Nennen wir dies einmal kurz „gedeutete Wahrnehmung“. Nehmen wir hinzu (vgl. Kapitel IV), daß „einer Tatsache entsprechen“ stets auch bedeutet, bestimmte judicale Bedingungen voraussetzen. Der Satz „ $P$  entspricht den Tatsachen genau dann, wenn  $p$ “, müßte also in dieser Auffassung explizit heißen: „ $P$  entspricht der gedeuteten Wahrnehmung unter den und den judicalen Voraussetzungen genau dann, wenn  $p$ “.

Fassen wir die Apriorismen einer bestimmten Wahrnehmungsdeutung gemäß Kapitel VIII als ein System von Grundsätzen  $S$  zusammen, so ist also offenbar der Ausdruck „entspricht den Tatsachen“ immer nur in Beziehung auf ein gegebenes  $S$  möglich. Anders ausgedrückt, „ist wahr“ bedeutet „ist wahr in  $S$ “. Explizit: „ $P$  ist wahr genau dann, wenn  $p$ “ ist zu übersetzen in „ $P$  ist wahr in  $S$ “.

genau dann, wenn  $p$ . Auch hier ist die völlige Übereinstimmung mit TARSKIS rein logischen Forderungen ersichtlich. Denn es wird ja nur gefordert, daß die semantische Metasprache auch eine *metatheoretische* Sprache ist, also nicht nur solche Ausdrücke wie „ist wahr“ oder „entspricht den Tatsachen“ enthalten muß, sondern auch „ist wahr in  $S$ “.

Aber nicht nur der POPPER-TARSKISCHE Wahrheitsbegriff, sondern auch POPPERS Definition von „Annäherung an die Wahrheit“ ist mit anderen Erkenntnistheorien als dem metaphysischen Realismus vereinbar. Diese Definition stützt sich auf den Wahrheits- bzw. Falschheitsgehalt einer Aussage  $a$ , sowie auf die Vergleichbarkeit von Theorien. Verstehen wir also zum Beispiel, wie es hier geschehen ist, unter dem gewählten Maß des Wahrheitsgehaltes  $C_{T}(a)$  explizit  $C_{T}(a)$  in  $S$  und unter dem gewählten Maß des Falschheitsgehaltes explizit  $C_{F}(a)$  in  $S$ , so müssen wir auch, der POPPERSCHEN Definition folgend, in entsprechender Weise von einer Wahrheitsähnlichkeit in  $S$  sprechen:  $V_{S}(a) = D_{f}(C_{T}(a) - C_{F}(a))$  in  $S$ . Das bedeutet, daß wir die mehr oder weniger große Wahrheitsähnlichkeit von  $a$  unter den Bedingungen von  $S$  behaupten. Und wie wir von Wahrheit selbst dann einwandfrei sprechen können, wenn sie nur auf ein bestimmtes  $S$  bezogen ist, so auch unter der gleichen Bedingung von Annäherung an die Wahrheit.

Das einfachste Beispiel bietet die im Kapitel VIII erläuterte Explikation oder Fortschritt I. Sie besteht ja u. a. darin, daß sich der Wahrheitsgehalt einer Theorie erkennbar vermehrt, indem man immer mehr wahre Sätze aus ihr abzuleiten vermag – sei es durch genauere Bestimmung der in ihr auftretenden Konstanten, sei es durch verbesserte mathematische Methoden für die Erreichung bestätigungsfähiger Prognosen usf. Wir können dann

durchaus sagen, daß die Wahrheitsähnlichkeit in S immer mehr zunehme. Aber dasselbe trifft auch dann zu, wenn Theorien durch Überlappung von Teilbereichen der ihnen jeweils zugehörigen S *vergleichbar* sind.

Ein elementarer Fall bestünde darin, daß die Theorie  $t_1$  auf S, die Theorie  $t_2$  auf S' beruht und S eine Untermenge von S' ist. Hier könnte es dann sein, daß  $V_s(a')$  in S' größer als  $V_s(a)$  in S ist, und auch hier dürften wir von einer größeren Annäherung an die Wahrheit in S' als in S sprechen. An der notwendigen Beziehung auf ein S änderte sich dabei aber nichts.

Wie gesagt ist der Begriff der Annäherung an die Wahrheit nur für Theorien, soweit sie vergleichbar sind, also nur in Beziehung auf ein S, das ihnen gemeinsam überlappend angehört, möglich. Die in den vorhergegangenen Kapiteln systematisch begründete wie historisch dargelegte Mannigfaltigkeit sich ausschließender, inkomensurabler oder nur „familienähnlicher“ S schließt es aus, *insgesamt* von einer Annäherung an die Wahrheit durch *die* Wissenschaft zu sprechen. Man kann von einer solchen Annäherung immer nur in Beziehung auf ein *bestimmtes* S sprechen.

Weder der Begriff der Wahrheit noch derjenige der Annäherung an sie ist also notwendig mit demjenigen eines metaphysischen Realismus, mit demjenigen einer absoluten Wahrheit verbunden. Im Gegenteil. Auch die hier vorgetragene Theorie historisch-apriorischer Festsetzungen und Systemmengen ist mit diesen beiden Begriffen durchaus vereinbar.

Entsprechend können wir nun auch im Rahmen dieser Theorie von einer regulativen Idee sprechen, nämlich einer solchen, die dazu führt, immer mehr Explikationen an einer Theorie durchzuführen, immer mehr und immer bessere Bestätigungen für sie zu suchen oder eine Theorie

im Hinblick auf eine *vergleichbare* immer besser abschneiden zu lassen. Freilich, gesetzt selbst, es gelänge uns, dabei eine maximale Wahrheitsähnlichkeit zu erreichen, so daß unsere Theorie schließlich allen in ihr möglichen Tatsachen entspricht – was auch immer dies eigentlich heißen mag –, so könnten wir dennoch nicht sicher behaupten, diese Theorie sei folglich absolut wahr. Denn es ist ja stets logisch denkbar, daß Gleiches mit einer anderen vergleichbaren Theorie ebenfalls erreichbar wäre. Wir hätten dann zwei oder mehr vollkommen befriedigende Weltdeutungen. Logisch denkbar aber ist dies deswegen, weil die Menge der Tatsachen, die eine Theorie bestätigen, mit der Menge der Tatsachen, die eine andere Theorie bestätigen, nicht identisch ist; weil überdies die zur Prüfung von Theorien herangezogenen Basissätze im Rahmen verschiedener Theorien auch verschieden interpretierbar sind. Ein Gleichnis: Nehmen wir an, wir könnten die Welt vollkommen richtig beschreiben, wenn wir entweder eine rote oder eine blaue Brille aufsetzen, sonst aber nicht. Im ersten Falle wäre alles rot, im zweiten alles blau. Wie könnten wir wissen, daß eines von beiden das absolut wahre Bild der Wirklichkeit liefert?

Auch POPPER gibt ein Gleichnis. Er beschreibt die absolute Wahrheit als einen Gipfel, der stets in den Wolken ist. Sollten wir ihn erreichen, so wüßten wir es nicht. Aber die absolute Wahrheit sei etwas Objektives, das nicht davon berührt werde, ob wir sie erkennen können. Es wäre also möglich, um noch einmal das vorige Beispiel aufzugreifen, daß „wirklich“ alles blau ist, wir könnten nur niemals entscheiden, ob dies der Fall ist oder nicht. Darauf wäre zu bemerken: Eine absolute Wahrheit dieser Art wäre für uns vollkommen bedeutungslos. Dagegen ist es für uns von *großer Bedeutung*, Wahrheit und Wahrheitsähn-

lichkeit *in einem S* festzustellen, und wir können dies *wohlbegründet* und *objektiv* tun. Zum Beispiel ist der Satz „Wenn ich die mikrophysikalische Theorie T mit samt gewissen instrumentalen und judicalen Annahmen voraussetze, so befindet sich an dieser Stelle eine Elektronenwolke“, mit jeder nur wünschenswerten Genauigkeit und Gewißheit empirisch wahr oder falsch und in dieser seiner Wahrheit oder Falschheit objektiv – nämlich für alle – erkennbar. Aber er bezieht sich nicht auf einen absoluten Gegenstand, sondern auf einen solchen, der nur durch die *Beziehung* auf eine Menge von Grundsätzen gegeben ist. Die absolute Wahrheit und die Annäherung an eine absolute Wahrheit ist also weder erkennbar, noch von irgendwelcher Bedeutung. Dagegen ist eine Wahrheit und Wahrheitsannäherung in einem gegebenen S sowohl erkennbar, als auch von Bedeutung, als auch objektiv zu begründen.

Hier wird wieder deutlich, daß die Popperianer einen „*relationalen Wahrheitsbegriff*“ (relational auf ein S) mit einem „relativistischen“ verwechseln, der alle Erkenntnis in Willkür, Beliebigkeit und bloße Behauptung verdreht. Der relationale Wahrheitsbegriff hat ferner mit Skeptizismus und Agnostizismus nichts zu tun, sondern zeigt vielmehr die Bedingungen auf, unter denen allein objektive Wahrheit, wenn auch nicht bedingungslose, also absolute, möglich ist. Wer wollte leugnen, daß wir wahre Dinge sehen, obgleich alle Welt weiß, daß unsere Beobachtungen von der besonderen Konstruktion unserer Augen und Sehnerven abhängen? Sie sind wahr unter der Bedingung des Sehapparates und erlernter Sehgewohnheiten.

POPPER unterscheidet vier verschiedene Wahrheitstheorien: Die *Korrespondenztheorie*, das ist diejenige, die er selbst vertritt (Wahrheit eines Satzes als Korrespondenz

zu den Tatsachen), die *Kohärenztheorie*, die nur auf die innere logische Widerspruchsfreiheit und den logischen Zusammenhang eines Systems achtet, die *Evidenztheorie*, für die Wahrheitswissen und objektive Wahrheit untrennbar sind und die *pragmatische Theorie*, für die Wahrheit in der Nützlichkeit liegt. Alle Theorien außer der Korrespondenztheorie hält er für subjektivistisch und meint, daß sie die für die Wahrheit notwendige Beziehung zur Objektivität verfehlen. Die Kohärenztheorie verfehlt die Beziehung zur bewußtseinstranszendenten Wirklichkeit, die Evidenztheorie übersieht, daß die Wahrheit zuerst an sich vorliegt und dann erst gefunden wird, die pragmatische Theorie verkennt, daß der Erfolg nichts über die Wahrheit einer Sache aussagt. Demgegenüber ist festzustellen, daß die von mir hier vorgeschlagene Theorie *erstens* eine Korrespondenztheorie ist, sofern sie die Korrespondenz mit den Tatsachen, allerdings in S, fordert; sie ist *zweitens* eine Kohärenztheorie, sofern sie von dem gegebenen S erwartet, daß es zur Harmonisierung einer gegebenen Systemmenge beiträgt, daß also dieses S, als Bedingung möglicher empirischer Wahrheit und möglicher Annäherung an die Wahrheit diese Systemmenge von Unklarheiten oder Widersprüchen befreit und umfassende Zusammenhänge in ihr aufschließt; sie ist *drittens* eine Evidenztheorie, sofern sie die grundsätzliche objektive Erkennbarkeit von Wahrheit und damit auch einen Grund, von Wahrheit überhaupt zu sprechen, verlangt; und sie ist *viertens* schließlich eine pragmatische Theorie von Wahrheit, weil sie nur von jener Wahrheit zu sprechen erlaubt, die, als erkannte oder erkennbare Beziehung auf ein gegebenes S innerhalb einer gegebenen Systemmenge Teil der Welt ist, in der Menschen jeweils praktisch handeln und objektiv Wirklichkeit erfahren.

Die Popperianer behaupten schließlich, nur die regulative Idee der absoluten Wahrheit ermögliche wissenschaftlichen Fortschritt und ermutige ihn. So weit ich sehe, ist das der eigentliche Grund, der sie auf diese Idee gebracht hat. Dem wird hier die regulative Idee einer Wahrheit in S entgegengesetzt, ferner einer Annäherung an diese Wahrheit in S (Fortschritt I) und schließlich einer optimalen Gestaltung dieses S als Bedingung möglicher Erfahrung im Rahmen einer gegebenen Systemmenge (Fortschritt II). Verglichen mit *dieser* Idee ist POPPERS Fortschrittsziel überspannt. Einen Gipfel besteigen zu wollen, von dem man niemals wissen kann, ob man ihn erstiegen hat – um in seinem Gleichnis zu bleiben –, ist eher frustrierend als ermutigend. Dagegen wird der Fortschritt ein sinnvoller Gedanke, wenn man sich Ziele setzt, von denen man mit Gewißheit wissen kann, ob man sie erreicht hat. Die Idee einer absoluten Wahrheit ist also nicht nur bedeutungslos, sondern es erweist sich auch, daß der einzige von den Popperianern angegebene Grund, an ihr festzuhalten, alles andere als stichhaltig ist. Wir können nicht erwarten, daß das Licht, in dem wir die Dinge sehen, das Licht der Dinge selbst ist; wir können aber erwarten, daß die Natur uns in diesem Licht *erscheint*, daß sie in diesem Lichte *sichtbar* wird und uns zeigt, wie sie *wirklich darin aussieht*. Wer mehr will, verlangt ein Gott zu sein oder eine göttliche Offenbarung zu haben. Eine absolute Wahrheit müßte sich auf das Ding an sich beziehen. Eine empirische Theorie damit in Verbindung zu bringen, wie es die Popperianer versuchen, entbehrt der einleuchtenden Begründung.

## 2. *Von der Wahrheit der historistischen Wissenschaftstheorie selbst*

An dieser Stelle ist nun auf eine gewiß entscheidende Frage einzugehen, nämlich: Wie steht es mit der Wahrheit der historistischen Wissenschaftstheorie selbst? Ist auch sie nur wahr in einem S als Teil einer historischen Systemmenge und damit selbst künftig dem Schicksal möglicher Mutation unterworfen? Wäre dies der Fall, so wäre sie nicht widerspruchsfrei. Denn gerade indem sie in die Selbstbewegung einer Systemmenge hineingerissen würde, müßte ja das, was sie behauptet, Geltung behalten. Ihre Lehre würde also gerade dadurch bestätigt, daß sie (durch Mutation) aufgehoben wird. Oder ist sie gar absolut wahr? Wie ließe sich indessen eine solche Anmaßung, die einzige Ausnahme unter allen anderen der Geschichtlichkeit verfallenen Theorien zu sein, rechtfertigen?

Blicken wir noch einmal zurück und erinnern wir uns der einzelnen Abschnitte ihrer Begründung. Im Kapitel III ergab sich auf Grund einer rein logischen Analyse, daß Basissätze, Theoreme (Naturgesetze) und Axiome einer empirischen Theorie apriorische Festsetzungen zur notwendigen Bedingung haben. Im Kapitel IV wurden solche Festsetzungen ebenfalls auf Grund einer logischen Analyse systematisiert und in Kategorien zusammengefaßt. Aber auch diese Einsicht bedarf keiner Erfahrung, daß jene Festsetzungen weder logisch, noch transzendental, noch willkürlich begründet werden können und daß folglich nur noch eine Möglichkeit übrig bleibt, sie nämlich in einer geschichtlichen Lage zu begründen. Weiter ergab sich im Kapitel VIII – im Kapitel XIII wird dies noch ausführlicher behandelt werden –, daß eine solche geschichtliche Lage, soll sie ein Gegenstand der *Wissenschaft* sein, nur in axiomatischen Theorien und *damit* als

Systemmenge beschreibbar ist. Es wurde schließlich eben dort logisch gezeigt, worin eine begründete Entwicklung (Explikation) und Veränderung (Mutation) einzig bestehen kann, die sich innerhalb solcher wissenschaftlich konstruierter Systemmengen abspielen muß (Harmonisierung von Systemmengen). *Und am Ende von all diesen logischen Überlegungen, die sich insgesamt aus dem Begriffe einer mit axiomatischen Theorien arbeitenden empirischen Wissenschaft ergaben, stand die Schlußfolgerung, daß Geschichte, wissenschaftlich gesehen, als eine Art Selbstbewegung von Systemmengen aufgefaßt werden muß.*

Die empirischen Beispiele aus der Geschichte der Wissenschaften, die in den vorangegangenen Kapiteln aufgeführt wurden, dienten somit nur zur Illustration und Veranschaulichung, nicht aber zur Begründung der historischen Wissenschaftstheorie. Diese Beispiele haben, von ihrem wissenschaftsgeschichtlichen Wert „an sich“ abgesehen, eine propädeutische Bedeutung im Sinne von Kapitel IV.

Die historicistische Wissenschaftstheorie ist also weder empirisch noch transzendental wahr, sondern behauptet eine *logische Wahrheit*, die von der Art eines Wenn-Dann-Satzes ist. Man könnte ihr die Kurzfassung geben (vgl. auch Kapitel IX, S. 241, zweiter Absatz): *Wenn* eine empirische Wissenschaft gibt, *dann* betrachtet sie die Geschichte ausdrücklich oder unausdrücklich als eine Geschichte sich selbst bewegender Systemmengen. Diese logische Wahrheit ist *als solche* immer gültig, also nicht selbst geschichtlich – der am Anfang dieses Abschnittes aufgezeigte Widerspruch kann sie daher nicht betreffen. Auf der anderen Seite aber ist sie doch insofern an eine geschichtliche Bedingung geknüpft, als der Gegenstand, auf den sie sich bezieht, eben die Wissenschaft, wieder ver-

schwinden könnte. Sie behielte dann freilich ihre Geltung – aber sie hätte buchstäblich ihre Aktualität eingebüßt, sie wäre obsolet.

Wenn aber die Wissenschaft dadurch verschwände, daß sie einer anderen Art der Betrachtungsweise Platz machte, so wäre dieser Vorgang freilich aus der Sicht der neuen Betrachtungsweise zwar ein Vorgang in der Geschichte, aber er wäre nicht mehr systemgeschichtlich beschreibbar wie es typisch für die Wissenschaft ist. Was Geschichte zum Beispiel in mythischer Deutung sein kann, wird im Kapitel XV behandelt werden.

### *3. Einige zusätzliche kritische Bemerkungen zum neueren Popperianismus*

Diesem Kapitel seien abschließend noch einige ergänzende Bemerkungen zur Kritik am Popperianismus hinzugefügt.

Zwei hauptsächliche Thesen, die gegenwärtig von Philosophen an der London-School of Economics (LSE) vertreten werden, möchte ich dabei herausgreifen.<sup>2</sup> Sie lauten:

- 1) Der Falsifikationismus – dies ist nur ein anderes Wort für „Popperianismus“ – ist dem Induktivismus deswegen überlegen, weil er durchgängig deduktivistisch ist und weil er GOODMAN'S Paradox vermeidet. (Was darunter zu verstehen ist, wird später verdeutlicht werden.)

---

<sup>2</sup> Diese Thesen wurden von ihnen während eines durch die Thysenstiftung unterstützten Symposiums vorgetragen, das im Juli 1975 auf Schloß Kronberg stattgefunden hat. Dort waren fast alle Vertreter der POPPER-LAKATOSschen Philosophie an der LSE anwesend.

2) Keine Tatsache, die bei der Konstruktion einer Theorie verwendet wurde, kann diese Theorie bestätigen.

Beginnen wir mit der ersten These. Sie wird folgendermaßen begründet: Echte wissenschaftliche Folgerungen, sagen die LSE-Philosophen, schreiten entweder deduktiv fort von Prämissen, die Vermutungen enthalten, zu prüf-  
baren Schlußfolgerungen, oder von einer geprüften und falsifizierten Schlußfolgerung zur Verneinung einer Menge vom Prämissen, aus denen jene abgeleitet wurde.

Darauf ist zu erwidern, daß, wie sich gezeigt hat, auch jede Falsifikation einige Prämissen hat, wie zum Beispiel Axiome bestimmter Theorien über die Beobachtung. Sind nun diese Prämissen ebenfalls Vermutungen, und dies wird von den LSE-Philosophen nicht gelehrt, so ist auch die Falsifikation nur eine Vermutung. Diese Vermutung kann rein willkürlich sein, und dann wäre die Falsifikation praktisch bedeutungslos; oder der Wissenschaftler hat einige *Gründe* für diese Vermutungen – dann aber kann man Induktionen gar nicht vermeiden. Wenn man zum Beispiel einen Stab verwendet, um eine Messung auszuführen, so wird man gewöhnlich nicht erwarten, daß er sich verändert hat, seit er zum letzten Mal benutzt wurde. Diese Erwartung aber, die man nicht vermeiden kann, wenn die Messung einen Sinn haben soll, wird meistens von früheren Erfahrungen abhängen und damit induktiv sein. Was also ist tatsächlich gegenüber den Induktivisten gewonnen worden? Die Falsifikationisten haben ihnen vorgeworfen, Verifikationen zugelassen zu haben, die nur Vermutungen enthalten können; aber mit demselben Recht könnten die Induktivisten den Spieß umdrehen und den Falsifikationisten vorwerfen, Falsifikationen zu gestatten, die ebenfalls nur Vermutungen, oder, noch schlimmer, überhaupt bedeutungslos sind.

Der zweite Grund, warum die LSE-Philosophen meinen, daß der Falsifikationismus dem Induktivismus überlegen sei, besteht in der Annahme, nur der Induktivismus werde durch GOODMANS Paradox betroffen. Dieses Paradox besteht in folgendem: Man definiert zuerst das Wort „grot“ folgendermaßen: Etwas ist grot, wenn entweder zum Zeitpunkt  $t$  eine Prüfung zeigte, daß es grün ist oder wenn es, falls es zum Zeitpunkt  $t$  nicht geprüft wird, rot ist. Nun wird der Satz „Alle Smaragde sind grün“ mit dem Satz „Alle Smaragde sind grot“ verglichen. Dabei stellt sich heraus, daß paradoxerweise beide gleichermaßen induktiv bestätigt werden, denn offenkundig ist jede induktive Bestätigung des ersten auch eine solche des zweiten. Nun ist es aber nicht wahr, daß dieses Paradoxon nur den Induktivismus, nicht aber den Falsifikationismus trifft. Wenn wir einen Smaragd untersuchen und wenn das Ergebnis zum Zeitpunkt  $t_0$  lautet: „Der Smaragd ist nicht grün“, dann wurde die Hypothese „Alle Smaragde sind grün“ falsifiziert; wenn aber das Ergebnis zum Zeitpunkt  $t_0$  lautet: „Der Smaragd ist grün“, dann ist die Falsifikation gescheitert und die Hypothese wurde, laut POPPER, bekräftigt. Die LSE-Philosophen sehen also offenbar nicht, daß GOODMANS Paradox gar nicht in erster Linie das Problem des Induktivismus betrifft, sondern eher das Problem, wie man ein *echtes* von einem *Pseudo*-Gesetz unterscheiden kann. So zeigt uns auch GOODMANS Paradox klar, daß es nicht genügt, mit POPPER zu definieren: Ein Gesetz ist ein Satz, der falsifizierbar sein muß. Denn „alle Smaragde sind grot“ ist ein Satz, den man in der Tat falsifizieren kann, den aber niemand ernstlich für ein echtes Gesetz halten wird. Dieses Paradox trifft also beide: Induktivisten und Falsifikationisten.

Im übrigen ist zu bemerken, daß die strenge Ablehnung

des Induktivismus mit der allgemeinen Regel der Popperianer unverträglich ist, die bereits im Kapitel V behandelt wurde, daß nämlich eine Theorie oder ein Forschungsprogramm besser und fortschrittlicher sei als andere, mit ihr im Wettstreit liegende, wenn sie durch mehr Tatsachen bestätigt wird als diese. Denn diese Regel kann selbst nichts anderes als eine solche der Induktion sein. Soll sie doch zum Ausdruck bringen, daß ein derartiges Programm als fortschrittliches mehr für die Zukunft erwarten läßt, auch mehr Unterstützung verdient – und zwar aus dem *induktiven* Grunde, daß es *bisher* so besonders erfolgreich war!

Und schließlich noch ein letztes Wort hierzu. Das soeben zitierte Fortschrittskriterium versagt völlig für die Deutung von Übergängen, wie sie das im Kapitel IX analysierte Beispiel DESCARTES-HUYGENS zeigt. Denn da geht es ja zunächst gar nicht um Theorien über Tatsachen, sondern um die Erarbeitung normativer Kriterien dafür, worin überhaupt eine wissenschaftliche Theorie bestehen soll. Es ist der Übergang von einer rein rationalistischen Mechanik zu einer empirischen Mechanik. Das Kriterium der Popperianer kann also in diesem Fall erst zur Geltung kommen, wenn die letztere schon eingeführt ist. Eine Deutung jener so eminent wichtigen wissenschaftsgeschichtlichen Prozesse, die in der Erarbeitung von Metatheorien und wissenschaftstheoretischen Systemen bestehen, wo erst darum gerungen wird, ob und in welchem Ausmaße Tatsachen eine Rolle zu spielen haben oder was überhaupt als Tatsache anzuerkennen ist oder nicht, läßt sich in der POPPERSchen Philosophie nicht geben.

Ich fasse zusammen: Durch die aufgeführte Regel widersprechen die Popperianer erstens ihrem eigenen radikalen Antiinduktivismus, zweitens ist diese Regel unklar (was ist eine Tatsache?) und drittens erfaßt sie gerade einen

der wichtigsten Felder des Fortschritts nicht – nämlich den Fortschritt von einer Metatheorie zur anderen (der sich andererseits, wie die vorangegangenen Kapitel zeigen, mit den hier bereitgestellten Mitteln der Theorie historischer Systemmengen deuten läßt).

Betrachten wir noch kurz die zweite der aufgeführten Thesen der LSE-Philosophen. Sie verweisen dabei als Beispiel auf den Versuch, die NEWTONSche Theorie dadurch zu verbessern, daß sie an die von der Allgemeinen Relativitätstheorie richtig vorausgesagte Perihelbewegung des Merkur angepaßt wird. Dieser Versuch sei zurückzuweisen, weil die Kenntnis der Tatsache dieser Bewegung bei der Konstruktion der verbesserten Theorie NEWTONS verwendet wurde. Dagegen läßt sich folgendes einwenden. Nehmen wir an, daß jemand in einer fernen Zukunft, in der die Geschichte der Wissenschaft völlig vergessen worden ist, zwei Bücher ausgräbt: Eines, das die verbesserte Theorie NEWTONS und eines, das die Theorie EINSTEINS enthält. Kein Zweifel, daß er beide für vollkommen äquivalent, weil in gleicher Übereinstimmung mit den Tatsachen, halten wird. Dies zeigt, daß der Ausdruck „Verwendung einer Tatsache bei der Konstruktion einer Theorie“ irreführend ist. Er scheint einen logischen Zirkel anzudeuten. Aber in Wahrheit bezieht sich derjenige, welcher die Relativitätstheorie der verbesserten Theorie NEWTONS vorzieht, weil EINSTEIN sie aufstellte, ohne dabei nach der Bewegung des Merkur zu schielen, in keiner Weise auf das Kriterium „Unterstützung durch eine Tatsache“, sondern auf etwas ganz anderes, nämlich auf eine zeitliche Priorität: EINSTEIN war es, der zuerst die fragliche Perihelbewegung ableitete, nicht NEWTON. Eine größere wissenschaftliche Rechtfertigung ist darin jedoch nicht erkennbar – denn am Ende stehen ja wieder beide im Einklang mit der Wirklichkeit. Dies

alleine ist entscheidend. Die Geschichte der Herstellung dieses Einklanges ist demgegenüber ohne Bedeutung. Im übrigen: Wenn man, wie die LSE-Philosophen, an die absolute Wahrheit glaubt, mit welchem Recht sollte man dann überzeugt sein, daß eine an bekannte Tatsachen angepaßte Theorie nur deswegen falscher oder auch nur weniger wahr sein muß als eine andere, weil sie, im Vergleich zu dieser, nicht gleich ins Schwarze traf?

## XII. Kritik

an der Sneed-Stegmüllerschen Theorie  
wissenschaftsgeschichtlicher Prozesse  
und des wissenschaftlichen Fortschritts

SNEED-STEGMÜLLER gehen davon aus, daß man eine Theorie mit Hilfe der Definition eines mengentheoretischen Prädikates darstellen kann, welches die mathematische Struktur dieser Theorie beschreibt.<sup>1</sup>

Als Beispiel läßt sich die klassische Partikelmechanik aufführen (KPM). Man kann sagen:

KPM ( $x$ )  $\leftrightarrow$  es gibt Mengen  $P$ ,  $T$ , ein  $\vec{s}$ , ein  $m$  und ein  $\vec{f}$  (in Worten: „ $x$  ist eine KPM“ genau dann, wenn es eine Menge  $P$  usf. gibt), so daß gilt:

- 1)  $x = \langle P, T, \vec{s}, m, \vec{f} \rangle$  (in Worten:  $x$  ist eine Struktur mit  $P$ ,  $T$  usf., wobei die Menge  $P$  Partikel, die Menge  $T$  Zeitpunkte,  $\vec{s}$  die Funktion des Ortsvektors,  $m$  die Funktion der Masse und  $\vec{f}$  die Funktion der Kraft bedeuten).
- 2)  $P$  ist eine endliche, nichtleere Menge.
- 3)  $T$  ist ein Intervall reeller Zahlen.
- 4)  $\vec{s}$  ist die Funktion des Ortsvektors mit  $D_I(\vec{s}) = P \times T$  und  $D_{II}(\vec{s}) \subseteq \mathbb{R}^3$ . ( $D_I$  ist der Definitions- oder Argumentbereich von  $\vec{s}$ , „ $\times$ “ bedeutet das cartesische Produkt. M. a. W.: Im Definitionsbereich von  $\vec{s}$  ist jedem Partikel die Zeitspanne  $T$  zugeordnet.  $D_{II}$  ist der Bildbereich von  $\vec{s}$ , also dasjenige, worauf die

---

<sup>1</sup> Vgl. W. STEGMÜLLER: Theorie und Erfahrung, 1973. Ders.: Theoriendynamik und logisches Verständnis, in: W. DIEDERICH (Hrsg.): Beiträge zur diachronen Wissenschaftstheorie, Frankfurt a. M. 1974.

Funktion  $\vec{s}$  abbildet.  $\mathbb{R}^3$  bedeutet die Menge der Tripel reeller Zahlen. „ $D_{II} \subseteq \mathbb{R}^3$ “ heißt also: Der Bildbereich  $D_{II}$ , nämlich derjenige der Menge der Ortsvektoren, ist eine Untermenge der Menge der Tripel reeller Zahlen – denn jeder Ortsvektor wird ja durch drei reelle Zahlen, nämlich seine Koordinaten, bestimmt.)

- 5)  $m$  ist eine Funktion mit  $D_I(m) = P$  und  $D_{II}(m) \subseteq P$ , wobei  $m(u_i) > 0$  für alle  $u \in P$ . („ $u \in P$ “ bedeutet:  $u$  ist ein Element der Menge  $P$ .)
- 6)  $\vec{f}$  ist eine Funktion mit  $D_I(\vec{f}) = P \times T \times \mathbb{N}$  (wobei  $\mathbb{N}$  die Menge der natürlichen Zahlen bedeutet, auf welche die Anzahl der auf ein Teilchen wirkenden Kräfte abgebildet wird) und  $D_{II}(\vec{f}) \subseteq \mathbb{R}^3$ . Ferner ist für alle  $u \in P$  und  $t \in T$   $\sum_{i \in \mathbb{N}} \vec{f}(u, t, i)$  absolut konvergent (d.h., die Summe der absoluten Beträge hat einen Grenzwert).
- 7) Für alle  $u \in P$  und alle  $t \in T$  gilt:  $m(u) \times D^2 \vec{s}(u, t) = \sum_{i \in \mathbb{N}} \vec{f}(u, t, i)$  (wobei  $D^2$  die zweite zeitliche Ableitung von  $s$  bedeutet. Es handelt sich hier also um die bekannte Gleichung: Masse  $\times$  Beschleunigung = Kraft.)

Von dieser rein mengentheoretischen Definition könnte man nun nach SNEED-STEGMÜLLER zu einer empirischen Behauptung gelangen, wenn man sagen dürfte: Es gibt eine Anwendung  $a$  dieser Struktur auf wirkliche Systeme. Zum Beispiel habe das Sonnensystem eine solche Struktur. Empirische Sätze dieser Art haben demnach die allgemeine Form:  $a$  hat eine Struktur, die eine bestimmte Theorie definiert (zum Beispiel eine KPM) oder kürzer,  $a$  hat ein  $S$ , wobei  $S$  das Fundamentalgesetz der Theorie genannt wird.

In einem zweiten Schritt wird nun von SNEED-STEGMÜLLER definiert, was man unter einer *theoretischen Größe*

zu verstehen habe. Theoretische Größen, sagen sie, sind solche, die theorienabhängig gemessen werden. Das soll nach ihrer Auffassung bedeuten, daß die Ermittlung der Werte dieser Größen von einer vorherigen erfolgreichen Anwendung eben derjenigen Theorien abhängt, in welcher diese Größen vorkommen. So seien zum Beispiel in der KPM nur Kraft und Masse theorienabhängig, Ort und Zeit aber nicht, weil sie auch auf nichtmechanische, zum Beispiel optische Weise Gegenstand von Messungen werden können.

Jedes  $a$ , worauf eine Theorie anwendbar ist, wird *Modell von S* genannt und von einem *möglichen (potentiellen) Partialmodell* unterschieden. So ist zum Beispiel die Partikelkinematik (PK) ein mögliches Partialmodell der KPM. Es gilt:  $PK(x) \longleftrightarrow$  es gibt eine Menge  $P$ , eine Menge  $T$  und eine Funktion  $\vec{s}$ , so daß die vorhin aufgeführten Punkte 1) – 4) zutreffen, mit deren Hilfe die KPM definiert wird, nicht aber mehr. Die Masse und die Kraft werden also (freilich auch schon in Punkt 1), wo sie bereits vorkommen), abgezogen. Damit erscheint KPM als eine „theoretische Ergänzung“ von PK. Anstatt allgemein „ $a$  ist  $S$ “, wie vorhin, kann man jetzt sagen (und diese Behauptung wird im Unterschied zu einer später folgenden mit „(I)“ bezeichnet):

(I):  $a$  ist ein potentielles Partialmodell von  $S$ , und es existiert eine theoretische Ergänzung  $x$  von  $a$ , die ein Modell von  $S$  ist. Dieser Satz wird die „Primitiv-Form der RAMSEY-Darstellung des empirischen Gehaltes einer Theorie“ genannt.

Warum sollte man aber den komplizierteren Satz (I) an die Stelle des einfacheren „ $a$  ist ein  $S$ “ setzen? Dies wird von SNEED-STEGMÜLLER so begründet: Um „ $a$  ist  $S$ “ zu

überprüfen, muß man die Werte bestimmter theoretischer Größen bestimmen. Hierzu wird aber laut Definition dieser Größen eine erfolgreiche Anwendung der Theorie mit der Struktur  $S$  vorausgesetzt. Um diese Anwendung zu prüfen, müßte wieder eine andere erfolgreiche Anwendung von ihr vorausgesetzt werden usf. Die Folge wäre ein unendlicher Regress oder ein Zirkel. Um dagegen die empirische Wahrheit von (I) zu erkennen, genügt es festzustellen, ob die bei der Beschreibung von  $a$  verwandten *nichttheoretischen* Größen (I) erfüllen. Zum Beispiel bestünde eine im Rahmen der PK bzw. KPM gedeutete Bestätigung von (I) in dem bloßen Nachweis, daß es irgendwelche Partikel gibt, denen ein Zeitintervall und ein Ortsvektor zugeordnet werden können. Denn hierzu gibt es eben eine theoretische Ergänzung, die ein Modell der KPM ist, d. h., wir können auf ein solches  $a$ , das ein potentielles Modell der KPM darstellt, die theoretischen Funktionen der KPM anwenden. (I) ist also gegenüber „ $a$  ist ein  $S$ “ eine abgeschwächte empirische Behauptung, nämlich die Behauptung einer nur möglichen, nicht wirklichen Anwendung der theorieabhängigen Größen.

### *1. Kritik an der Sneed-Stegmüllerschen Definition theoretischer Größen*

Schon hier drängen sich einem kritische Fragen auf. Vor allem leuchtet die SNEED-STEGMÜLLERSche Definition theoretischer Größen nicht ein. Warum muß die erfolgreiche Anwendung der Theorie, von der solche Größen abhängen, in diese Definition eingehen? Zeigt nicht die von SNEED-STEGMÜLLER daraus gezogene Folgerung, daß nämlich Raum und Zeit keine theorieabhängigen Größen

sind, wie fragwürdig dies ist? Denn es gibt, worauf schon mehrfach in den vorangegangenen Kapiteln hingewiesen wurde, keine Raum-Zeitbestimmungen ohne komplizierte theoretische Voraussetzungen. Zwar muß man, um „a ist ein S“ als wahr zu behaupten, Messungen anstellen – aber dies geschieht doch eben so, daß damit die Geltung der für solche Messungen notwendigen Theorien wenigstens teilweise *a priori* gesetzt wird (auch dies wurde hier schon mehrfach nachgewiesen). Mehr wird nicht gefordert, weil es zu jenem Zirkel oder unendlichen Regreß führte, den ja SNEED-STEGMÜLLER selbst sehen; mehr *muß* aber auch nicht gefordert werden. Ferner ist doch selbst die Behauptung, „a ist ein potentielles Partialmodell von S“, wenn sie, wie verlangt, zum empirischen Gehalt der Theorie gehören soll, durch Messungen zu entscheiden – wie also kann man mit der Formulierung (I) des empirischen Gehaltes einer Theorie eben jene Schwierigkeiten vermeiden, die bereits der Satz „a ist ein S“ heraufbeschwört, sobald man sich auf den Standpunkt von SNEED-STEGMÜLLER stellt? Und schließlich: Ist (I) wirklich eine adäquate Definition des empirischen Gehaltes einer Theorie? Steht denn so einwandfrei fest, daß man diesem Satz nicht den Sinn geben könnte: „a ist ein potentielles Partialmodell“, *das heißt*, es ist *a priori* in dieser Weise *interpretierbar*? Der empirische Gehalt bestünde dagegen in Sätzen wie zum Beispiel: „Das Planetensystem, *a priori* im Rahmen der klassischen Mechanik interpretiert, weist die und die *bestimmten* Bewegungen, Massen und Kräfte auf“ usf.

## 2. Kritik an der Sneed-Stegmüllerschen Unterscheidung zwischen dem Strukturkern und dem erweiterten Strukturkern einer Theorie

Aber verfolgen wir zunächst die SNEED-STEGMÜLLERSche Theorie weiter. Es gibt zu jeder Theorie, heißt es dort, verschiedene „intendierte Anwendungen“ (zum Beispiel für die klassische Physik das Sonnensystem, die Gezeiten, das Pendel usw.). Diese Anwendungen werden durch „Nebenbedingungen“ miteinander verknüpft. So werden demselben Objekt in verschiedenen Anwendungen dieselben Funktionswerte zugeteilt (zum Beispiel soll die Masse der Erde sowohl im Rahmen des Sonnensystems wie in einem Untersystem davon die gleiche sein). Ferner gelten in gewissen Anwendungen „spezielle Gesetze“, unter denen eine „Verschärfung der Struktur  $S$ “ zu verstehen ist. (Hierzu gehören mit Hinblick auf die KPM das Gravitationsgesetz, das HOOKESche Gesetz und anderes mehr.) Wird auch dies alles noch berücksichtigt, so ergibt sich nach SNEED und STEGMÜLLER die Endfassung der RAMSEY-Darstellung einer Theorie. Sie lautet:

- (II): Es existiert eine solche theoretische Ergänzung  $\mathfrak{F}$  der Menge  $\alpha$  von physikalischen Systemen zu Modellen der mathematischen Struktur  $S$ , daß die in dieser Ergänzung benützten theoretischen Funktionen eine Klasse vorgegebener Nebenbedingungen erfüllen und daß außerdem gewisse echte Teilmengen von  $\alpha$  zu Modellen bestimmter Verschärfungen der Struktur  $S$  ergänzbar sind.

Hier wird der sogenannte „Strukturkern“  $K$  einer Theorie von dem „erweiterten Strukturkern“  $E$  unterschieden. Zu  $K$  gehören:

1) Die Menge der möglichen Modelle (d. i. die mathematische Struktur der Theorie). 2) Die Menge der möglichen Partialmodelle. 3) Die Restriktionsfunktion (das ist jene, durch welche den möglichen Modellen Partialmodelle zugeordnet werden). 4) Die Menge der Modelle. 5) Die Menge der Nebenbedingungen. Führt man zu diesen fünf Bestandteilen des Strukturkernes, die hier nicht näher diskutiert werden müssen, noch die oben genannten speziellen Gesetze hinzu, so erhält man den erweiterten Strukturkern E.

Der Hauptgedanke der SNEED-STEGMÜLLERSchen Theorie besteht nun darin, daß im wissenschaftsgeschichtlichen Prozeß an K festgehalten wird, E sich aber ändert. II ist demnach eine empirische Behauptung, die von Zeit zu Zeit schwankt. Der Strukturkern dagegen ist sozusagen das Apriorische in der Theorie; er bleibt daher konstant und bedarf keiner besonderen „Immunsierungsstrategie“.

Hier wird die nächste kritische Frage unvermeidlich: Ist die Grenze zwischen K und E nicht willkürlich? Wo sind die Kriterien, nach denen sie objektiv oder zwingend bestimmt werden könnte? Wenn diese aber fehlen, so fehlen auch Gründe dafür, was empirisch geopfert werden kann und was nicht. Gewiß läßt die mengentheoretische Definition einer Theorie deren immunen, apriorischen Kern formal deutlich hervortreten. Aber das setzt doch voraus, daß vorher einleuchtend begründet wurde, warum die Grenze zwischen ihm und seiner Erweiterung so und nicht anders gezogen wurde. Um zum Beispiel festzustellen, daß das zweite Grundgesetz der Mechanik – Kraft gleich Masse  $\times$  Beschleunigung – zum Kern gehört und damit a priori gelten soll, bedarf es ganz anderer als mengentheoretischer Untersuchungen. Und STEGMÜLLER sieht das selbst, wenn er darauf hinweist, daß die Messung

der durch dieses Gesetz bestimmten Größen dieses Gesetz schon voraussetzt. Ferner ist es unzutreffend, daß für den Strukturkern einer Theorie keinerlei Immunisierungen erforderlich sind. Wie die vorangegangenen Kapitel zeigen, sind auch alle apriorischen Momente einer Theorie der geschichtlichen Erosion ausgesetzt und müssen eben deswegen immer wieder neu auf mannigfaltige Weise verteidigt werden (Teils so, daß man für sie wieder andere apriorische Grundsätze heranzieht, teils so, daß man ihre Fähigkeit nachweist, einen tragfähigen Rahmen abzugeben, innerhalb dessen erfolgreich Erfahrung angestellt werden kann usf.).

### 3. Kritik an der Sneed-Stegmüllerschen „Theoriendynamik“

Es folgt nun die Definition einer Theorie, wozu noch eine Menge  $J$  von physikalischen Systemen eingeführt wird, die „intendierte Anwendungen“ von  $E$  darstellen. Ferner kennzeichnen wir noch die Klasse der möglichen intendierten Anwendungen von  $E$  mit  $A(E)$ . Dann soll gelten:  $x$  ist eine physikalische Theorie genau dann, wenn  $x = \langle K, J \rangle$ . Damit läßt sich nun nach SNEED-STEGMÜLLER auch der empirische Gehalt der Theorie mengentheoretisch ausdrücken. Anstelle von (II) tritt:

(III)  $J$  ist ein Element von  $A(E)$ . (Denn  $a$  in (II) ist ja nichts anderes als die zu einer bestimmten Zeit angenommene Menge  $J$  der intendierten Anwendungen und das verschäfte  $S$  in (II) ist das  $E$ .)

Endlich wird noch das „Verfügen über eine Theorie zur Zeit  $t$ “ definiert und zwar semantisch wie pragmatisch.

Die *semantische Definition* lautet: Eine Person P verfügt zur Zeit t über eine Theorie T, wenn p zur Zeit t weiß, daß erstens J ein Element von A(E), zweitens, daß dieses E das schärfste bekannte E, zu dessen Anwendung J gehört, und drittens, daß J eine maximale Menge ist, die zur Anwendung von E gehört. Die *pragmatische Definition* lautet: Eine Person p verfügt zur Zeit t über eine Theorie T, wenn erstens p semantisch über T verfügt, wenn zweitens eine andere Person  $p_0$  (zum Beispiel der Schöpfer von T) existiert, welche die intendierten Anwendungen von T durch eine paradigmatische Beispielmenge  $J_0$  festlegte, drittens, wenn für p  $J_0$  Teilmenge der zur Zeit t gewählten Menge J ist, viertens, wenn p glaubt, daß es eine weitere Verschärfung E' von E gibt, für die J wieder ein Element von A(E') ist, und fünftens, wenn p an eine Erweiterung von J glaubt, die zugleich Element dieser verschärften Erweiterung ist.

Punkt vier in der pragmatischen Definition wird dabei „theoretischer Fortschrittsglaube“, Punkt fünf „empirischer Fortschrittsglaube“ genannt.

Damit sind nun die Mittel bereitgestellt, um zur Sache selbst zu kommen, um also die SNEED-STEGMÜLLERSche Theorie wissenschaftsgeschichtlicher Prozesse, wofür sie den Ausdruck „Theoriendynamik“ verwenden, zu entwickeln.

Die *geschichtliche* Tatsache, daß sich oft verschiedene Personen zur selben Theorie bekennen, dennoch aber verschiedene Hypothesen mit ihr verbinden, kann nur damit erklärt werden, daß die betreffenden Personen über den erweiterten Strukturkern E oder über den Umfang der Menge J der intendierten Anwendung von E geteilter Meinung sind, jedoch an der gleichen paradigmatischen Ausgangsmenge  $J_0$  festhalten.

Die *geschichtliche* Tatsache, daß so oft Theorien falsifi-

ziert werden (hier bedeutet das die Falsifikation der Sätze (II) bzw. (III)), ohne daß man diese Theorien aufgibt, kann damit erklärt werden, daß nur der Versuch, den Strukturkern K zu *erweitern*, gescheitert ist, nicht aber dieser selbst, der ja gar nicht scheitern kann. (Als Beispiel wird genannt: Wenn Licht nicht aus Partikeln besteht, so ist nicht die Partikelmechanik gescheitert, sondern es wird nur ein Element der Menge der intendierten Anwendungen von E aus ihr gestrichen.)

Eine *normale* wissenschaftliche Entwicklung liegt schließlich in dieser Sicht dann vor, wenn E und J erweitert werden, eine *revolutionäre* dagegen, wenn ein neuer Strukturkern K entwickelt wird.<sup>2</sup> Damit wird die weitere *geschichtliche* Tatsache erklärt, daß revolutionäre Entwicklungen nicht von der Falsifikation irgendwelcher Strukturkerne ihren Ausgang nehmen. Denn solche Falsifikationen sind ja gar nicht möglich. Man bleibe also trotz des Scheiterns von Strukturkernerweiterungen so lange bei einem gegebenen Strukturkern, bis ein besserer gefunden werde. Ein von Menschen benötigtes, wenn auch arg heimgesuchtes Objekt sei immerhin besser als

---

<sup>2</sup> Damit spielt STEGMÜLLER auf KUHN'S Unterscheidung von normal science und revolutionary science an.

Mancher könnte hier die Auseinandersetzung mit KUHN'S Theorie über die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen (The Structure of Scientific Revolutions, Chicago 1962; deutsch: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Frankfurt a. M. 1967) vermissen. Ohne KUHN'S historisches Verdienst um die Entdeckung wichtiger wissenschaftstheoretischer Grundprobleme schmälern zu wollen, muß aber doch festgestellt werden, daß die neuere popperianische Theorie und diejenige von SNEED-STEMMÜLLER aus der Einsicht in die inzwischen kaum noch bestrittenen Schwächen der Auffassungen KUHN'S hervorgegangen sind und sich daher gegenwärtig nur noch die Auseinandersetzung mit diesen lohnt. Vgl. auch meine Rezension von KUHN'S Schrift in: Philosophische Rundschau 15 (1968) S. 185–193.

keines. Im übrigen sei ja das Scheitern von Erweiterungsversuchen kein Beweis dafür, daß solche überhaupt unmöglich seien.

Inbesondere STEGMÜLLER erweckt den Eindruck, als ob es vor allem die mengentheoretische Definition einer Theorie sei, mit der man die drei beschriebenen, für die Wissenschaftsgeschichte allerdings grundlegenden Tatsachen erklären könne. Betrachte man nämlich eine Theorie nicht mengentheoretisch, sondern, wie es bisher üblich sei, als eine Klasse von Sätzen (Aussageauffassung), die wahr oder falsch sein können, so wäre die Immunität des Kernes der Theorien, die ja sozusagen jenseits von „wahr und falsch“ steht, unverständlich und damit der Verlauf der Wissenschaftsgeschichte ein irrationales Rätsel.

Nun ist hier schon darauf hingewiesen worden, daß die mengentheoretische Darstellung einer Theorie in der Tat den Vorteil bietet, den apriorischen Kern einer Theorie in einer formal besonders klaren Weise hervorzuheben. Aber diese Darstellung ersetzt nicht die ihr vorhergehende notwendige Entscheidung darüber, *was* nun eigentlich zum Kern, zum Apriori der Theorie, zu zählen ist und *was* nicht, welche Kriterien hierfür anzuwenden sind und *was* überhaupt unter Apriorität in einem solchen Zusammenhang zu verstehen ist. Derartige Entscheidungen können aber immer nur dadurch getroffen werden, daß man die einzelnen Aussagen hinsichtlich ihrer Fähigkeit, empirisch oder nichtempirisch begründet zu werden, prüft und daß man dabei den Gesamtzusammenhang heranzieht, in dem sie auftreten. Keine *formale* Darstellung, wie sie die mengentheoretische ist, kann diese *inhaltlichen* Untersuchungen ersparen; sie wird daher auch immer erst am *Ende* einer Theorienbildung stehen, nämlich wenn die Theorie als eine Klasse von Aus-

sagen erst einmal dasteht, niemals aber an ihrem Anfang, also dort, wo überhaupt erst die Grenze zwischen K und E, zwischen dem Apriorischen und Aposteriorischen festgelegt wird, wo die axiomatischen, funktionalen, judicalen und normativen Grundsätze ihre eigentümliche apriorische Rechtfertigung erfahren und damit von dem empirisch Gegebenen, das in ihrem Rahmen erscheint, unterschieden werden.

Weil die mengentheoretische Beschreibung von Theorien bei allen formalen Vorteilen gerade deren Begründungsproblematik verdeckt, verdeckt sie auch deren geschichtliche Bestimmtheit. So geschieht es dann, daß STEGMÜLLER das Festhalten an einem Strukturkern trotz des Scheiterns vieler seiner Erweiterungsversuche rein psychologisch erklärt, nämlich damit, daß es, kurz gesagt, besser sei, etwas Mangelhaftes, als gar nichts zu haben. Die Möglichkeit, dieses Festhalten nicht als psychologisch, sondern als *historisch* und folglich in einer bestimmten Situation sachlich begründet zu sehen, wie es durch mehrere einschlägige Beispiele hier vorgeführt und in der Theorie geschichtlicher Systemmengen allgemein begründet wurde, kann in der mengentheoretischen Betrachtungsweise nicht einmal auftauchen.

Schließlich liefert sie auch keinerlei Erklärung dafür, *warum* revolutionäre Entwicklungen eintreten, *warum* eines Tages ein neuer Kern entworfen wird. Denn alles, was STEGMÜLLER hierzu bemerkt, daß dies nämlich zum Beispiel geschähe, wenn die alte Theorie auf die neue Theorie reduzierbar sei und wenn diese explanatorisch und prognostisch mindestens dasselbe leiste wie jene, hat mit der mengentheoretischen Beschreibung von Theorien nichts zu tun, sondern ist eine rein historische Behauptung, die im übrigen, auch das sollten die vorangegangenen Kapitel zeigen, nicht zutrifft. Warum aber

die geschichtliche Entwicklung nicht auf solche Weise verlaufen ist, ohne damit rätselhaft oder irrational zu werden, gerade das läßt sich im Rahmen ihrer systemtheoretischen Beschreibung, im Rahmen also der hier entwickelten historistischen Wissenschaftstheorie, verstehen.

Die SNEED-STEGMÜLLERSche Theorie ist ein, wenn auch in manchem fragwürdiges, so doch im ganzen vorzügliches, Instrument zur logischen Analyse gegebener Theorien; eine „*Theoriendynamik*“ und damit eine Metatheorie der Entstehung, Begründung, Auswahl und historischen Entwicklung von Theorien kann nicht von ihr abgeleitet werden und deswegen ist diese Bezeichnung für sie irreführend.

### XIII. Theoretische Grundlagen der Geschichtswissenschaften

Mehr und mehr rückte in den vorangegangenen Kapiteln die Rolle der Geschichte und der Geschichtlichkeit in den Vordergrund. Wir wollen uns nun im besonderen der Theorie der Geschichtswissenschaften zuwenden und das bisher Erarbeitete dabei anwenden.

Noch heute ist die Meinung weit verbreitet, die Geschichtswissenschaften richteten sich auf das Besondere und Individuelle – z. B. auf eine bestimmte Persönlichkeit, einen bestimmten Staat, eine bestimmte Kunstperiode usw.; die Naturwissenschaften aber wendeten sich dem Allgemeinen zu – den überall geltenden Gesetzen und den immer gleichen Erscheinungen. Entsprechend seien die Methoden hier und die Methoden dort voneinander verschieden: Der Geschichtsschreiber „verstehe“, versetze sich nämlich einführend in die Einzelheiten ihm vertrauter menschlicher Zusammenhänge, während der Naturforscher „erkläre“, also Erscheinungen auf allgemeine Gesetze zurückführe. Diese oder eine ähnliche Meinung haben bekanntlich besonders deutsche Philosophen und Historiker vertreten, zu denen HERDER, VON HUMBOLDT, DILTHEY, RANKE, DROYSEN, WINDELBAND und viele andere gehören.

Ihnen wurde schon oft, gerade aber in jüngster Zeit wieder, in den angelsächsischen Ländern widersprochen. Auch in den Geschichtswissenschaften, so behaupteten z. B. HEMPEL, OPPENHEIM, GARDINER, WHITE und

DANTO,<sup>1</sup> um nur einige zu nennen, wird erklärt und von allgemeinen Gesetzen Gebrauch gemacht. In dieser Hinsicht seien überhaupt alle Erfahrungswissenschaften gleich.

Auf der einen Seite stehen also die Philosophen des Verstehens, auf der anderen die Philosophen des Erklärens. Ich werde damit beginnen, ihren Standpunkt in Kürze zu diskutieren, und wende mich zuerst den Philosophen des Verstehens zu.

### *1. Die Philosophen des Verstehens*

Ihre einleitend skizzierte Meinung bedarf einer wichtigen Ergänzung. Sie behaupten nämlich keineswegs, wie ihnen oft oberflächlicherweise unterstellt wird, daß sich die Geschichtswissenschaften nur mit dem Besonderen und Individuellen beschäftigen. Denn das von ihnen so hervorgehobene Besondere ist selbst in gewisser Hinsicht ein Allgemeines. Es unterscheidet sich allerdings von demjenigen eines Naturgesetzes dadurch, daß seine Geltung von Menschen geändert, daß es verletzt werden kann und daß es daher historisch begrenzt ist. Wenn Naturgesetze in der schon mehrfach beschriebenen Weise teilweise selbst nur menschliche Konstruktionen sind, so ist das für den gegenwärtigen Zusammenhang ohne Belang. Denn jetzt ist nicht von den Bedingungen ihrer Erkenntnis die Rede, sondern davon, daß Naturgesetze, wie immer ihre Aufstellung zustande gekommen sein

---

<sup>1</sup> C. G. HEMPEL: *Aspects of Scientific Explanation*, New York 1965; P. GARDINER: *The Nature of Historical Explanation*, Oxford 1961; M. WHITE: *Foundations of Historical Knowledge*, New York 1969; A. C. DANTO: *Analytical Philosophy of History*, Cambridge 1968.

mag, quasi als eine unabänderliche Verfassung der Natur *betrachtet* werden, während eine vergleichbare Unverletzlichkeit bei dem von den Philosophen des Verstehens gemeinten Allgemeinen gerade nicht gemeint sein kann. Und selbst wenn die Natur mitsamt ihren Gesetzen ebenfalls als historischen Wandlungen unterworfen angesehen würde, so wären doch, in dieser nicht vom konstruierenden Subjekt, sondern vom konstruierten Objekt ausgehenden Sicht, solche Wandlungen niemals von Menschen ausgelöst. Im NEWTONSchen Gravitationsgesetz z. B. spiegelt sich zwar eine historische Phase der Physik, aber es wird doch als etwas angesehen, dem sich kein Mensch widersetzen könnte; bei einem Gesetz des Bürgerlichen Gesetzbuches dagegen ist derartige gewiß nicht der Fall. Nur dieser Unterschied innerhalb des Allgemeinen wird also im folgenden ins Auge gefaßt.

Nach einer solchen Klarstellung können wir nun feststellen, daß zwar in der Tat, wie die Philosophen des Verstehens hervorheben, ein bestimmter Staat, eine bestimmte Verfassung, ein Wirtschaftssystem, eine religiöse Lehre, ein Kunststil usf. etwas Individuelles und Geschichtliches sind; aber andererseits ist dies doch auch wieder etwas Allgemeines, nämlich deswegen, weil darin mannigfache Erscheinungen des staatlichen, wirtschaftlichen, religiösen Lebens usf. in umfassendere Zusammenhänge eingeordnet werden können. Wenn ich nicht irre, gibt es unter den Philosophen des Verstehens kaum einen, der solche allgemeinen Ordnungsformen leugnet und sich damit einem radikalen Nominalismus verschrieben hätte. Wenn sie das Besondere in den Geschichtswissenschaften so stark betonen, wollen sie doch dadurch nur auf das geschichtlich Einmalige dieser Formen hinweisen und damit den soeben dargelegten Unterschied zum Allgemeinen in den Naturwissenschaften hervorheben.

Indessen – und damit komme ich zur Kritik –, was hier *näher* unter dem Allgemeinen zu verstehen sei, darüber sind sich die Philosophen des Verstehens nicht nur nicht einig, sondern sie haben davon auch nur mehr oder weniger verschwommene, zumindest aber nicht genauer bestimmte Vorstellungen. Manche sprechen ein wenig unklar von vieles umfassenden „Ganzheiten“ organischer, pflanzenhafter Art, andere sehen darin Bedeutungs- oder Wirkungszusammenhänge des Lebens usf.<sup>2</sup> Um solche Dunkelheiten beschreiben, umschreiben, durchdringen zu können, müssen dann auch besondere Fähigkeiten der Einfühlung, des Verstehens, des Ahnens, ja der Divination beschworen werden.<sup>3</sup>

## 2. Die Philosophen des Erklärens

Dagegen wenden sich die Philosophen des Erklärens. Man kann an einem sehr einfachen Musterbeispiel ihre Ansicht verdeutlichen. Angenommen, jemand hat einen Ofen angemacht. Dies könnte in einer Geschichte so erzählt werden: „Jemand fror, hatte aber einen Ofen. Und da nun Menschen, die frieren, sich Wärme zu verschaffen suchen, so zündete er folglich seinen Ofen an.“ In dieser Geschichte wird offenbar ein Satz über ein einzelnes Ereignis, daß nämlich jemand den Ofen anmachte, aus Prä-

---

<sup>2</sup> So betrachtet zum Beispiel HERDER in seinen geschichtsphilosophischen Betrachtungen die Nationen als Organismen, von HUMBOLDT vergleicht historische Prozesse mit Metamorphosen von Pflanzen, RANKE nennt Völker „Ganzheiten“, ähnlich drückt sich DILTHEY aus: In seinen späteren Werken spricht er von Bedeutungs-, Wirkungs- und Strukturzusammenhängen.

<sup>3</sup> „Einfühlen“ nennt es zum Beispiel HERDER, von „Verstehen“ spricht DILTHEY, „Ahnens“ nennt es TROELTSCH, „Divination“ RANKE.

müssen abgeleitet, die ein allgemeines Gesetz enthalten, demgemäß alle frierenden Menschen versuchen, sich Wärme zu verschaffen. In einer solchen Ableitung besteht nun aber nach Ansicht der Philosophen des Erklärens jede wissenschaftliche Erklärung. Immer handelt es sich dabei um eine Folgerung aus Prämissen, in denen, wie das Beispiel zeigt, allgemeine Gesetze vorkommen. Sie meinen also, daß es auf solches Erklären in den Geschichten der Historiker ankomme und daß dieses Erklären sich von demjenigen der Naturwissenschaftler grundsätzlich nicht unterscheide.

Ich stimme dem aus Gründen, die ich noch anführen werde, durchaus zu, glaube aber, daß die Philosophen des Erklärens über diese sie sehr beschäftigende Einsicht das den Historiker eigentlich interessierende und für ihn wesentliche Allgemeine beinahe übersehen haben. So kam es, daß sie sich in der durch das aufgeführte Beispiel gezeigten Weise fast nur mit den allgemeinen Gesetzen beschäftigten. Zweifellos kommen diese auch in den geschichtswissenschaftlichen Erklärungen vor, sind in Wahrheit aber eher Gesetze der Psychologie, der Biologie und anderer Wissenschaften. Im Gegensatz dazu haben meiner Meinung nach die Philosophen des Verstehens, wie sich gleich zeigen wird, zwar richtig gesehen, daß es hier auf etwas anderes, nämlich auf etwas wirklich Geschichtliches ankommt, aber ihr Blick war wieder allzu sehr durch eine fragwürdige Metaphysik getrübt.

### *3. Das für die Geschichtswissenschaften spezifische Allgemeine*

Es geht hier also zunächst um eine Klärung des für die Geschichtswissenschaften thematischen Allgemeinen. Beginnen wir wieder mit einem Beispiel:

Angenommen, es habe sich ein Staatsmann geweigert, einen Gegner beseitigen zu lassen, obgleich dies politisch für ihn vorteilhaft gewesen wäre. Eine Erklärung hierfür könnte folgendermaßen lauten: Er war Anhänger bestimmter politischer Grundsätze. Aus ihnen glaubte er schließen zu müssen, daß er ein bestimmtes Ziel zu verfolgen habe. Dies zu erreichen, hielt er die Beseitigung seines Gegners in einem geeigneten Augenblick für das beste Mittel. Er war aber zugleich Anhänger moralischer Grundsätze, denen er sogar den Vorzug vor den politischen gab. Da er nun glaubte, daß die Beseitigung des Gegners seinen moralischen Grundsätzen widerspreche, so weigerte er sich folglich, diese Tat zu vollbringen.

Hier kommt scheinbar kein einziges Gesetz der Art vor: „Wenn Menschen frieren, suchen sie Wärme“, sondern jeder Satz der Prämissen bezieht sich auf ein singuläres Ereignis wie: „Er war Anhänger von“, „Er meinte, glaubte“ usf. Freilich ist das, in wissenschaftlicher Sicht, eine Täuschung. Denn das Gesetz, durch welches der Schluß dieser Erklärung überhaupt erst logisch zustande kommt, ist hier nur ausgelassen worden. Es liegt nämlich in der Behauptung, daß Menschen, die in der beschriebenen Weise etwas glauben, meinen, wünschen und sich in einer bestimmten Situation befinden, wie dieser Staatsmann, auch so handeln wie er. Dennoch wird niemand, es sei denn ein strenger Logiker, die Auslassung des Gesetzes in der vorliegenden Erklärung vermißt haben. Sie ist in ihrer vorliegenden verkürzten Form vollkommen einleuchtend. Das liegt daran, daß dieses Gesetz hier gar nicht interessiert, daß es dem Historiker vollkommen gleichgültig ist, weil es ihm auf etwas ganz anderes ankommt, dem er seine ganze Aufmerksamkeit zuwendet. Dies wird allerdings nicht immer so sein. Es mag wohl vorkommen, daß jemand, der an eine *Regel* glaubt (zum

Beispiel an Grundsätze wie der erwähnte Staatsmann), an die er sich in bestimmten Situationen halten soll, dennoch dieser entgegenhandelt, weil er aus psychologischen, biologischen, physiologischen und anderen Gründen ähnlicher Art daran gehindert wird. In solchen Fällen wird sich der Historiker ausdrücklich auf allgemeine Gesetze, wie sie die Philosophen des Erklärens im Auge haben, beziehen.

Meistens allerdings wird er sich klar vom Naturwissenschaftler in seiner Art, Dinge zu erklären, unterscheiden, wie der folgende Vergleich zeigen mag:

#### Mögliche Formen der Erklärung

---

##### Geschichtswissenschaften

1. Jemand war in einer bestimmten Lage.
2. Zu diesem Zeitpunkt glaubte er an die Geltung einer bestimmten Regel, nach der man immer in solchen Lagen handeln müsse.
3. Jemand, der die Prämissen 1 und 2 erfüllt, wird/wird nicht nach der genannten Regel auf Grund von psychologischen, biologischen, physikalischen Gesetzen usf. handeln.
4. Folglich handelte er/handelte er nicht nach dieser Regel.

##### Naturwissenschaften

1. Etwas war in einer bestimmten Lage.
2. Immer, wenn etwas in einer solchen Lage ist, verändert es sich nach bestimmten Gesetzen.
3. Folglich ändert es sich nach diesen Gesetzen.

Man sieht: Das eigentlich Wesentliche für die historische Erklärung liegt in der zweiten Prämisse auf der linken Seite. Die dritte, das Gesetz, wird meist ausgelassen, wenn dies auch logisch nicht korrekt ist. Im Gegensatz dazu kann der Naturwissenschaftler das Gesetz in der zweiten Prämisse auf der rechten Seite nicht übergehen, da ihn gerade dies interessiert.

Obgleich ich später bei der Erörterung geschichtswissenschaftlicher Axiome näher darauf eingehen werde, sei hier schon ein wenig mehr erläutert, was mit allgemeinen Regeln gemeint ist. Bei ihnen handelt es sich um keine anderen als jene, die auch im Kapitel VIII erwähnt wurden. Es war, wie bereits gezeigt wurde, zunächst die Rede von sittlichen und politischen Grundsätzen. Dazu gehören zum Beispiel die zehn Gebote der Bibel, der kategorische Imperativ sowie politische Leitlinien als allgemeine Bestimmungen des politischen Willens (die Charta der Vereinten Nationen, die Sozialisierung von Industrien usw.). Allgemeine Regeln liegen aber ebenso Wirtschafts- und Sozialordnungen zugrunde, selbst wenn diese Regeln nicht immer ausdrücklich schriftlich niedergelegt, kodifiziert sind. Dasselbe gilt für Rechtsgrundsätze und aus ihnen ableitbare Gesetze. Wir finden ferner in der Kunst und im religiösen Bereich allgemeine Regeln, zum Beispiel als Gesetze der Harmonielehre, als Grundlagen von Tonsystemen, als Stilelemente, als Formen kultischer Handlungen usw. Die Fülle der möglichen Beispiele, die hier aufgeführt werden könnten – es sei noch einmal betont – ist fast so groß wie die Fülle der verschiedenen Lebensbereiche. Allenthalben vollzieht sich unser Leben nach Regeln, die sehr oft, was ihre Strenge und Genauigkeit betrifft, den Naturgesetzen nicht nachstehen. Man denke an die Regeln des alltäglichen Umgangs unter Menschen, Regeln der Höflichkeit, der Gastlichkeit, des Be-

nehmens, Regeln des Straßenverkehrs, des Geschäfts-, Geld- und Warenverkehrs, Regeln des Verhaltens im Beruf und Betrieb und vor allem an die Regeln der Sprache. Ja, selbst da, wo wir spielen, unterwerfen wir uns genauen Regeln, eben den Spiel-Regeln.

Bisweilen wird der Historiker den im Kapitel VIII bezeichneten idealen Fall antreffen, daß solche Regeln nicht nur kodifiziert, sondern sogar in eine streng logische und systematische Ordnung gebracht worden sind. So könnte sein Gegenstand zum Beispiel eine physikalische Theorie wie diejenige NEWTONS sein, wenn er ein Wissenschaftshistoriker wäre; oder ein Gesetzbuch, wenn er ein Rechtshistoriker wäre. Oft wird man aber auf Regeln stoßen, die nicht einmal kodifiziert sind. Dann wird der Historiker versuchen, sie überhaupt erst zu rekonstruieren. Beispiele sind die Regeln des Güterausstauschs in der Antike, die Grundsätze, auf denen das alte Sparta beruhte, oder der verlorengegangene Operationsplan für eine Schlacht, die offenbar nach einem solchen abließ. All dies mag, auch darauf ist schon hingewiesen worden, selten genug einem formalen Exaktheitsideal genügen; aber meist wird hier so viel Exaktheit gefunden werden, als nötig ist, um die fraglichen Regeln in bestimmten Lagen praktisch anwenden zu können.

Ich komme also zu dem folgenden Ergebnis:

Erstens: Bei dem für die Geschichtswissenschaften im Vordergrund stehenden Allgemeinen handelt es sich um Regeln. Hier, wie die Philosophen des Verstehens, organische und unbestimmte Ganzheiten, Bedeutungszusammenhänge und ähnliches zu wittern, halte ich für eine Mytifikation.

Zweitens: Diese Regeln sind aber solche der Vergangenheit und mit historisch beschränkter Wirkung. In diesem

Fall wende ich mich nun wieder gegen die Philosophen des Erklärens, die ihren Blick von Gesetzen mit geschichtlich unbegrenzter Wirkung nicht hinreichend lösen, wodurch sie meines Erachtens das eigentümlich Historische verfehlen. Freilich verwendet auch der Historiker allgemeine Gesetze, wie ich schon bemerkte; aber in dem Ausmaß, als er dies tut, ist er eben Psychologe, Biologe, Physiker usw., wohingegen er Historiker nur insoweit ist, als er sich auf jenes Allgemeine bezieht, wovon ich soeben gesprochen habe.

Wie weit die Philosophen des Erklärens in die Irre gegangen sind, sei noch an zwei Punkten hervorgehoben, welche die hier vorgetragene Kritik an ihnen vervollständigen soll.

Soweit ich sehe, sind für sie Erklärungen, die in der beschriebenen Art der Angabe von Gesetzen ermangeln, nur „Erklärungsskizzen“ oder „Quasi-Erklärungen“. Aber Ausdrücke solcher Art sind, wie mir scheint, irreführend, da sie den Eindruck erwecken, als hätten die Geschichtswissenschaften eine Art Makel, als wären sie insbesondere vage und unterschieden sich hauptsächlich dadurch von den Naturwissenschaften. Wenn zum Beispiel jemand sagt, er habe eine Pille genommen, weil er von Kopfschmerzen geplagt sei, so meine ich, daß dies normalerweise niemand ernstlich eine „Erklärungsskizze“ nennen wird. Ob ein solcher Ausdruck angebracht ist, hängt von bestimmten Umständen ab. Und wie Erklärungen des Alltags von solcher Art, so sind auch die meisten historischen Erklärungen restlos klar und ohne Zweideutigkeit verstehbar. Zuviel Vollkommenheit könnte hier eher schaden, die Dinge unnötig komplizieren und schließlich erst recht Unklarheiten hervorrufen. Und dies gilt übrigens auch in den Naturwissenschaften. Aber diejenigen Philosophen, die nur auf die in histori-

schen Erklärungen vorkommenden Gesetze gestarrt haben, wurden auch dadurch irregeleitet, daß sie Regeln für Gesetze halten, weil sie für Regeln, ihrer Zielrichtung entsprechend, geradezu blind sind. So sprechen sie beispielsweise von ökonomischen Gesetzen, obgleich diese sich, wie die Regeln der Freien Marktwirtschaft, des Goldwährungssystems usf., bei näherem Zusehen als institutionelle Normen erweisen. Oder nehmen wir W. L. LANGERS Versuch, gewisse mittelalterliche Ereignisse mit Hilfe psychoanalytischer Gesetze zu deuten; ein Versuch, der von einigen Philosophen des Erklärens aufgegriffen worden ist. LANGER führt den Ursprung einiger Motive in der spätmittelalterlichen Kunst – den Totentanz, Höllendarstellungen, das Jüngste Gericht – psychoanalytisch auf ein allgemeines Trauma zurück, das durch die ganz Europa verheerende Pest hervorgerufen worden sei.<sup>4</sup> Indessen wird hier vollständig übersehen, daß dieses Ereignis die beobachtete Wirkung haben konnte, weil die Menschen damals in der geistigen Welt des spätmittelalterlichen Christentums und seiner Kunst lebten. Niemals hätten Höllendarstellungen und Bilder des Jüngsten Gerichts durch die Pest hervorgerufen werden können, die während des Peloponnesischen Krieges in Athen tobte. Grundsätze und Grundformen des spätmittelalterlichen Christentums und seiner Kunst sind aber keine psychoanalytischen Gesetze, ja sie sind überhaupt keine Gesetze, sondern Regeln eines historischen Zeitraums. Die geistigen, politischen, sozialen, religiösen Verhältnisse usf., in denen historische Personen gelebt haben, sind also meistens viel wichtiger als psychologische Ge-

---

<sup>4</sup> W. L. LANGER: The Next Assignment, in: *American Historical Review* 69 (1963).

setze und sogenannte Dispositionseigenschaften, von denen heute in der Philosophie der Geschichtsschreibung so viel Aufhebens gemacht wird. Im Gegensatz dazu haben die Philosophen des Verstehens ganz richtig gesehen, wie ich glaube, daß eine andere Art des Allgemeinen als in den Naturwissenschaften der springende Punkt ist; nur haben sie nicht erkannt, daß dieses Allgemeine, was allein seine logische Form anbelangt, von Naturgesetzen nicht verschieden ist; denn wie diese besteht es aus Regeln.

#### *4. Der innere Zusammenhang von Erklären, Verstehen und Erzählen*

Mit den genannten Regeln wird erklärt. Es handelt sich hierbei, wie die Philosophen des Erklärens gesagt haben, um eine Weise des Schließens. Das Verstehen, was auch immer man damit meint, mag das Erklären begleiten und erleichtern, es ist hierfür aber nicht notwendig. Der Historiker erklärt jedenfalls; ob er dabei auch versteht, ist eine zweite Frage. So wird oft etwas aus den Verhaltensweisen vergangener Kulturen erklärt, zu denen uns der innere Zugang verschlossen ist. Es ist aber hier auch zu fragen, ob Verstehen überhaupt etwas anderes sein kann als Erklären mit Hilfe eines Regel- oder Gesetzeszusammenhanges, der einfach besonders vertraut ist, der entweder ein Stück eigener Wirklichkeit enthält oder einer solchen, in die man sich durch steten Umgang, Übung usw. „hineingelebt“ hat (wie es ja der Historiker tut, der sich in vergangene Zeiten so sehr versenkt, daß er wie ein antiker, ein mittelalterlicher Mensch usw. zu fühlen und zu denken vermag). Das Fremde, ja Unverständliche ferner Kulturen und Rassen liegt wohl darin begründet,

daß wir ihr Verhalten nur teilweise kennen oder daß es in den uns vertrauten Regelhorizont nicht ohne Schwierigkeiten einzuordnen ist. Wobei auch noch zu bemerken wäre, daß Verstehen nicht mit Zustimmung oder Sympathisieren gleichgesetzt werden darf. Kennt man die Zusammenhänge genügend, so kann einem auch ein Verbrechen verstehbar werden; billigen muß man es deswegen noch lange nicht.

Betrachtet man die Dinge so, dann wird die Behauptung, die Natur – als das Fremde – könne man nur erklären, aber nicht verstehen, sinnlos. In Wahrheit ist uns ein Großteil des natürlichen Geschehens so vertraut wie das Menschenleben, und wir kennen die Natur, in deren Zusammenhang wir uns ganz mühelos und selbstverständlich bewegen, nicht schlechter als jenes. Menschen und Kulturen, die sich den Blick fürs nächste noch nicht so versteht haben wie wir, geben dies hinreichend in Kultus, Mythos, Kunst und Dichtung zu erkennen. Das Fremde der Natur tritt uns erst dort entgegen, wo sich ihre Gleichgültigkeit gegenüber menschlichen Zwecken erweist; insbesondere aber dort, wo sie, wie in den Naturwissenschaften, zum Gegenstand einer Betrachtung wird, die bewußt unseren alltäglichen Umgang mit ihr ausklammert. Die Unmöglichkeit, in gewissen Verhältnissen Natur- und Menschenwelt zu trennen, zeigt aber aufs deutlichste, meine ich, daß Verstehen nicht nur auf Menschen bezogen werden kann und daß es im Grunde auf nichts anderem beruht als auf einem völligen Vertrautsein mit einem umfassenden Zusammenhang von Regeln oder Gesetzen.

Manche glauben nun, das Eigentümliche der Geschichtswissenschaften werde schon dann verfehlt, wenn man überhaupt den Begriff des Erklärens so sehr in den Mittelpunkt stelle. Denn der Historiker, sagen sie, erkläre we-

niger, sondern er erzähle vor allem. Ich meine aber, daß in den Geschichtswissenschaften jede Erklärung auch eine Erzählung ist und dort kaum eine Trennung zwischen Erzählung und Erklärung möglich ist. Die Erklärung der Handlungen des Staatsmannes im vorigen Beispiel mag als Hinweis dafür dienen; denn ganz offenbar ist sie zugleich eine Erzählung. Auf die enge Verflechtung von Erklärung und Erzählung hat besonders DANTO in seinem schon zitierten Buch hingewiesen (Kapitel XI, Historical Explanation: The Rôle of Narratives). Jede Erzählung, bemerkt er dort, schildere einen Wandel, von den an ihrem Anfang zu den an ihrem Ende liegenden Ereignissen. Sie kann daher nach DANTO folgende Grundform besitzen:

- (1) x ist F zur Zeit  $t_1$ ,
- (2) x widerfährt H zur Zeit  $t_2$ ,
- (3) x ist G zur Zeit  $t_3$ .

Der Mittelteil der Erzählung, (2) also, erklärt, wie es zu dem Wandel von (1) zu (3) kam. In dieser Erklärung fehlt zwar das allgemeine Gesetz, aber sie zeigt es an; man könnte es von ihr sozusagen abheben: Ein F, dem H widerfährt, wandelt sich zu G. Daß dies nicht, mit HEGEL zu reden, auf eine „elende Tautologie“ hinausläuft, zeigt das vorhin aufgeführte Schema möglicher Formen der Erklärung. Denn erstens ist das dort in der dritten Prämisse aufgeführte Gesetz keineswegs immer trivial, wie ich schon erwähnte (nämlich besonders nicht in verwickelten psychologischen oder biologischen Lagen), und zweitens ist es auch dann nicht leer an Inhalt, wenn es für den Historiker trivial ist; denn psychologisch betrachtet besteht ein noch ziemlich undurchsichtiger Zusammenhang zwischen Wollen, Glauben und Handeln, auf den

hier aber nicht näher einzugehen ist.<sup>5</sup> Nach DANTO sind also eine streng deduktive Erklärung und eine Erzählung nur zwei verschiedene Formen der Erklärung, und die eine kann in die andere überführt werden. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß Erzählungen oft den Wandel über sehr große Zeiträume hinweg schildern, so daß der Mittelteil meist aus lauter einzelnen Schritten der soeben aufgeführten Form besteht (die DANTO deswegen diejenige einer Atom-Erzählung nennt). Zusammenfassend stellt DANTO folgende Wesensmerkmale für eine zusammenhängende Erzählung auf (und eine solche kann ja vom Historiker erwartet werden): 1. Sie handelt von einem Wandel, in dem etwas das kontinuierliche Subjekt dieses Wandels ist. 2. Sie erklärt den Wandel dieses Subjekts. Und 3. sie enthält nur so viel an Information, als für 2. benötigt wird. Auch hierin tritt die Analogie zur deduktiven Erklärung deutlich hervor.

##### *5. Der Begriff „Theorie“ in den Geschichtswissenschaften*

Nach diesem Versuch einer weiteren Klärung des den Geschichtswissenschaften eigentümlichen Allgemeinen sei noch einmal auf den bereits in den Kapiteln VIII und XI auftauchenden Begriff der geschichtswissenschaftlichen Theorie eingegangen. Daß es in den Naturwissenschaften Theorien gibt, weiß jeder. Man spricht von den Theorien des Lichtes, der Gravitation, der Elementarteilchen usf. Merkwürdigerweise benützt man diesen Begriff

---

<sup>5</sup> Vgl. W. STEGMÜLLER: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Bd. I: Wissenschaftliche Erklärung und Begründung, Berlin/Heidelberg/New York 1969.

dagegen in den Geschichtswissenschaften kaum oder nur gelegentlich, auf keinen Fall aber, soweit ich sehe, systematisch und in vollem Bewußtsein dessen, was damit gemeint sein soll.

Theorien in den Naturwissenschaften haben unter anderem den Zweck, eine bestimmte Klasse von Naturereignissen zu erklären, sie in einen möglichst umfassenden Zusammenhang von Naturgesetzen einzuordnen und darauf zurückzuführen. In ganz analogem Sinne kann man in den Geschichtswissenschaften von Theorien sprechen. An die Stelle der Naturgesetze treten Regeln für einen bestimmten Bereich (zum Beispiel des römischen Rechtswesens), die so gewählt werden, daß möglichst alle für diesen Bereich zutreffenden Regeln aus ihnen ableitbar sind; auch diese Theorien dienen dazu, eine bestimmte Klasse von Ereignissen, wenn auch historische, zu erklären, sie in einen möglichst umfassenden Zusammenhang von Regeln einzuordnen und darauf zurückzuführen.

Ich sehe hier eine enge Beziehung zu MAX WEBERS „Idealtypus“, auch wenn WEBER offenbar nicht bewußt wurde, daß dieser die Form einer Theorie haben muß. Ein etwas ausführlicheres Zitat aus seinem Essay über „Die ‚Objektivität‘ sozialwissenschaftlicher und sozialpolitischer Erkenntnis“ zeigt dies, glaube ich, recht klar und kann zugleich auch als Beispiel für eine geschichtswissenschaftliche Theorie dienen. WEBER spricht zunächst davon, daß man sich von den Vorgängen auf dem Gütermarkt, bei tauschwirtschaftlichen Gesellschaftsorganisationen, freier Konkurrenz usf. ein Bild macht, und fährt dann fort: „Dieses Gedankenbild vereinigt bestimmte Beziehungen und Vorgänge des historischen Lebens zu einem . . . Kosmos gedachter Zusammenhänge . . . Ihr Verhältnis zu den empirisch gegebenen Tatsachen des Lebens besteht lediglich darin, daß da, wo . . . vom Markt abhängige

Vorgänge, in der Wirklichkeit . . . festgestellt und vermutet werden, wir uns die Eigenart dieses Zusammenhanges an einem Idealtypus . . . verständlich machen können . . . “<sup>6</sup>

Auf diese Weise, meint WEBER, konstruiere man zum Beispiel so etwas wie die Idee der Stadtwirtschaft des Mittelalters und damit einen „Idealtypus“, durch den Einzelercheinungen zu einem einheitlichen Gedankengebilde zusammengeschlossen werden können. – Dies ist, wie ich meine, treffend von ihm gesehen, auch wenn die Pointe fehlt, daß nämlich dieser Zusammenschluß nichts anderes ist als eine Theorie von Regeln. Denn nur darin kann die Idee der Stadtwirtschaft des Mittelalters bestehen.<sup>7</sup>

Dieses Beispiel macht auch deutlich, was eine geschichtswissenschaftliche Theorie beschreibt. Sie beschreibt ein System in der Geschichte, so wie eine naturwissenschaftliche ein System in der Natur. Das bedeutet, sie unterstellt die vergangene Wirksamkeit eines Systems von Regeln in einer Gruppe von geschichtlichen Erscheinungen, während eine naturwissenschaftliche Theorie die Wirksamkeit eines Systems von Gesetzen in einer Gruppe von natürlichen Erscheinungen voraussetzt. Es zeigt sich damit wieder, was schon den Kapiteln VIII und XI entnommen werden konnte, daß nämlich eine wissenschaftliche, also theoretische Betrachtung der Geschichte auf geschichtliche Systeme bezogen werden muß. So be-

---

<sup>6</sup> M. WEBER: Die ‚Objektivität‘ sozialwissenschaftlicher und sozialpolitischer Erkenntnis, in: Soziologie, Weltgeschichtliche Analysen, Politik, Stuttgart 1964, S. 234.

<sup>7</sup> An dieser Stelle sei auf die interessante Arbeit E. VON SAVIGNYS verwiesen mit dem Titel: Zur Rolle der deduktiv-axiomatischen Methode in der Rechtswissenschaft, in: Rechtstheorie, Frankfurt a. M. 1971.

trachtet zum Beispiel eine Theorie der mittelalterlichen Marktwirtschaft die Marktvorgänge dieser Zeit als bestimmt durch ein von ihr beschriebenes System von Regeln, eine Theorie der Optik aber die Lichterscheinungen als bestimmt durch ein von ihr beschriebenes immerwährendes System von Naturgesetzen.

Gegen diese Verwendung der Begriffe „Theorie“ und „System“ in den Geschichtswissenschaften werden nun manche gewiß einwenden, daß mit ihnen der Geschichte eine Rationalität und Logik unterstellt werde, die sie nicht besitzt. Sie lasse sich nicht in Systeme pressen. Allzu unbestimmt sei, was in ihr geschieht, auch beherrschten weitgehend Leidenschaften, Irrtum, Wahn und Widersprüche das Geschehen. „Der Stoff der Geschichte“, schreibt SCHOPENHAUER, „... sind die vorübergehenden Verflechtungen einer wie Wolken im Winde beweglichen Menschenwelt, welche oft durch den geringfügigsten Zufall ganz umgestaltet werden.“<sup>8</sup> „Was die Geschichte erzählt, ist in der Tat nur der lange, schwere und verworrene Traum der Menschheit.“<sup>9</sup> Wäre das wahr, und zwar in diesem Ausmaß, so wäre Geschichtsschreibung nicht möglich, ja, es gäbe nicht einmal eine Geschichte. Dennoch ist schon darauf hingewiesen worden, daß nicht nur geschichtliche Systeme oft logisch mangelhaft oder nicht hinreichend klar sind, sondern daß dies auch für ihre Auslegung und die Folgerungen aus ihnen durch die geschichtlich handelnden Personen gilt. Sind aber die Systeme mangelhaft, so wird es die Theorie von ihnen widerspiegeln müssen; und sind es ihre Auslegungen, so wird dies unter Umständen mit Mitteln erklärt werden

---

<sup>8</sup> A. SCHOPENHAUER: Sämtliche Werke, 2. Bd.: Die Welt als Wille und Vorstellung, hrsg. von A. HÜBSCHER, Leipzig 1938, S. 505.

<sup>9</sup> Ebd. S. 506.

müssen, die nicht eigentümlich geschichtswissenschaftlich sind, sondern zum Beispiel psychologischer Art. Denn, wie ich schon sagte, es wirken ja in der Geschichte nicht nur geschichtliche Systeme, sondern auch solche der Natur. Oft wird man daher zur Idealisierung greifen, wie es MAX WEBER mit seiner Bezeichnung „Idealtypus“ zum Ausdruck bringen wollte, oft wird man mit dem Versuch, irgendeine Ordnung in die Dinge zu bringen, scheitern. Aber dies alles setzt doch schon voraus, daß solche Versuche von Historikern nicht nur nicht unterlassen werden können, sondern daß sie für ihn ein unverzichtbares heuristisches Mittel seiner Wissenschaft sind, eine regulative Idee, wie man mit KANT sagen könnte. Wer darauf von vornherein verzichtet, verzichtet darauf, wissenschaftlich Geschichte zu schreiben. Es wäre, um noch einmal KANT zu zitieren, faule Vernunft.

Im übrigen möchte ich aber noch einmal davor warnen, die Logik geschichtlicher Prozesse zu unterschätzen. Ich wies schon darauf hin, daß unser ganzes Leben bis in die Einzelheiten des Alltags hinein durch eine Fülle verschiedenartiger Regeln bestimmt ist. Wo diese unterbrochen werden, setzen sich meist nur andere an ihre Stelle; und selbst noch der Wahnsinn hat bekanntlich seine Methode.

#### 6. *Zur Frage der Rechtfertigung theoretischer Grundsätze in geschichtswissenschaftlichen Theorien*

Ich halte also daran fest und sage: Es gibt nicht nur naturwissenschaftliche, sondern auch geschichtswissenschaftliche Theorien, und beide haben die gleiche logische Form. Dann aber werden wir im Gegensatz zu einer weitverbreiteten Meinung in beiden Arten von Theorien insofern

auch dieselben erkenntnistheoretischen Probleme antreffen, als diese sich genau aus jener Form ergeben. Auch jede geschichtswissenschaftliche Theorie geht notwendig von bestimmten Grundsätzen aus, und daher ist wieder die Frage der Rechtfertigung dieser Grundsätze zu beantworten. Zu ihnen gehören zunächst solche der Erkenntnis überhaupt, wie etwa das Prinzip der Retrodktion, das wir in allen empirischen Wissenschaften wie im täglichen Leben immer dann anwenden, wenn wir aus gegenwärtigen Ereignissen auf vergangene zurückschließen. Aber auch spezifisch naturwissenschaftliche Grundsätze sind für die Geschichtswissenschaften von Bedeutung, da sie sich auf Physik, Astronomie, Biologie usw. als Hilfswissenschaften stützen müssen. Dies geschieht bei der Altersbestimmung von Funden, der Erforschung der Echtheit von Urkunden, der Anwendung von Genealogien und ähnlichem. Schließlich gibt es zwar spezifisch geschichtswissenschaftliche Grundsätze, aber sie lassen sich denselben allgemeinen, im Kapitel IV entwickelten Kategorien unterordnen wie diejenigen der Naturwissenschaften. Hier wie dort findet man nämlich solche, die man axiomatisch, judicial und normativ nennen könnte. Diese will ich nun näher erläutern und dabei zugleich auf ihre erkenntnistheoretische Problematik hinweisen. Sie ist von ihrem jeweiligen Inhalt – sei er naturwissenschaftlich oder geschichtswissenschaftlich – nicht abhängig.

### *7. Axiomatische Grundsätze a priori in geschichtswissenschaftlichen Theorien*

Unter axiomatischen Grundsätzen sind solche zu verstehen, welche den Kern einer Theorie ausmachen. In den

Naturwissenschaften handelt es sich dabei um Annahmen über die fundamentalen Gesetze eines Natursystems (zum Beispiel die SCHRÖDINGER-Gleichungen), in den Geschichtswissenschaften aber um Annahmen über fundamentale Grundregeln eines geschichtlichen Systems. Worin die letzteren bestehen, die hier allein interessieren, war schon vorhin im Zusammenhang einer eher allgemeinen Erläuterung, was Regeln für den erklärenden Historiker sind, angedeutet worden. Es sei nun genauer darauf eingegangen, und zwar unter Anführung von einigen, der Geschichte der Geschichtsschreibung über das alte Rom entnommenen Beispielen.

Diese Geschichtsschreibung läßt sich als Geschichte von Theorien über den römischen Staat und seine Kultur auffassen. Das bedeutet, daß Fundamentalstrukturen erarbeitet werden, mit deren Hilfe man versucht, die einzelnen Ereignisse zu erklären und die mannigfaltigsten Phänomene unter einheitlichen Gesichtspunkten – Regeln und Begriffen als Regeln – zusammenzufassen. Schon GIBBON deutet in seiner *History of the Decline and Fall of the Roman Empire*<sup>10</sup> das historische Drama aus allgemein geistigen Strukturen der Spätzeit und des Christentums. Noch besser läßt sich dies bei NIEBUHR beobachten, dessen Ausgangspunkt für seine *Römische Geschichte*<sup>11</sup> die sozialen Grundlagen Roms und die Verfassung seines Agrarwesens waren. Auch hier wird eine ungeheure Fülle historischen Einzelmateriale der Ordnung einer allgemeinen Systematik unterworfen und mit Hilfe ihrer Prinzipien verarbeitet. Nicht anders sehen wir MOMMSEN vorgehen, wenn er auch NIEBUHR durch seine Vertrautheit mit juristischen Fragen weit übertrifft und da-

<sup>10</sup> E. GIBBON: *History of the Decline and Fall of the Roman Empire*, neu hrsg. von J. E. BURY, 7 Bde., London 1896–1900.

<sup>11</sup> B. G. NIEBUHR: *Römische Geschichte*, 3 Bde., Berlin 1811–32.

her seine Darstellung vertiefter und besser auf systematische Grundsätze zurückzuführen vermag.<sup>12</sup> Neue Aspekte finden sich ferner bei ROSTOVTZEFF<sup>13</sup>, der die Wirtschafts- und Sozialgeschichte des Römischen Reiches unter Verwendung einiger weniger Grundbegriffe entwickelt. In jüngster Zeit hat HEUSS den Versuch gemacht, die römische Innenpolitik teilweise mit der Verfassungsgeschichte geradezu zu identifizieren und als aus ihr ablesbar darzustellen.

„Anstatt der Veranschaulichung vieler Ereignisse“, schreibt er, „sollte eine durchsichtige, die Erkenntnis fördernde Gliederung der Tatsachenmasse vermittelt und damit ein orientierender Leitfaden gegeben werden . . . Das sachliche Prinzip hierfür war der Begriff der Revolution, woraus sich die Aufgabe ergab, den Stoff nach den Phasen des revolutionären Prozesses zu gliedern und diesen in seiner jeweiligen Struktur möglichst klar herauszutreten zu lassen.“<sup>14</sup>

Theorien finden sich aber auch in allen Einzelfragen der römischen Geschichte. So wird zum Beispiel die römische Expansion von den einen mit einem ihr zugrunde liegenden machiavellistischen Prinzip des bloßen Willens zur Macht erklärt, von den anderen aber, insbesondere von MOMMSEN, mit dem Prinzip der immer weiter vordringenden Bestandssicherung. Auch die Gewohnheit der römischen Außenpolitik, Kriegserklärungen juristisch zu verteidigen und dies in einem festen Ritual geschehen zu lassen, wird aus der konservativen Verfassung Roms abgeleitet; denn immer handle es sich dabei darum, den

---

<sup>12</sup> TH. MOMMSEN: Das Römische Staatsrecht, Berlin 1887; ders.: Römische Geschichte, Berlin 1854–56.

<sup>13</sup> M. ROSTOVTZEFF: Social and Economic History of the Roman Empire, 1926; dt. Leipzig 1931.

<sup>14</sup> A. HEUSS: Römische Geschichte, Braunschweig 1971, S. 575.

Gegner als Verletzer bestehenden und althergebrachten Rechts hinzustellen. Von grundlegender Bedeutung sind ferner die verschiedenen Theorien zu den Grundsätzen der Optimaten einerseits und der Popularen andererseits. So sehen die einen darin einen Klassengegensatz, die anderen aber nur einen Verfassungsgegensatz (Regierung durch den Senat allein oder unter Beifügung eines Initiativrechts durch die Comitien). Schließlich sei noch MEYERS Versuch erwähnt, die Bürger-, Reichs- und Außenpolitik, überhaupt den ganzen Umkreis der Wirksamkeit des AUGUSTUS, aus einem konstitutionellen Prinzip abzuleiten.<sup>15</sup>

Solche axiomatischen Grundsätze geschichtswissenschaftlicher Theorien sind nun, wie befremdlich dies auch auf den ersten Blick scheinen mag, genauso wie diejenigen naturwissenschaftlicher Theorien, Grundsätze a priori. Und zwar in dem Sinne, daß auch sie auf der einen Seite die Erkenntnis von Tatsachen überhaupt erst ermöglichen, auf der anderen Seite aber niemals unmittelbar durch Tatsachen verifiziert oder falsifiziert werden können.

Um dies zu zeigen, gehe ich von dem Fall aus, daß ein Historiker eine Urkunde nur mit Kenntnis der juristischen, ökonomischen oder sozialen Verhältnisse zu verstehen vermag, die damals geherrscht haben. Woher aber kann er von ihnen wissen? Die Antwort lautet: Wieder aus Quellen, also zum Beispiel aus anderen Urkunden. Mit ihnen wird er versuchen, das Mannigfaltige in Zusammenhänge einzuordnen und aus Grundsätzen herzuleiten. Er wird also mit anderen Worten zu den Quellen eine geschichtswissenschaftliche Theorie konstruieren, derart, daß diese ihn in die Lage versetzt, die fragliche Urkunde

---

<sup>15</sup> E. MEYER: Kaiser Augustus, Halle 1924.

zu deuten und mit Hilfe der so gedeuteten Urkunde Tatsachen zunächst überhaupt erst zu ermitteln und dann zu erklären. Der Historiker geht in der Tat nicht anders vor als der Naturwissenschaftler. Hier wie dort handelt es sich darum, daß die einzelne Tatsache nur im Lichte einer Theorie gesehen wird. Sie ist „theorienabhängig“. Und insofern ist also eine Theorie in der Tat „Bedingung der Möglichkeit der Erfahrung“.

Auf der anderen Seite wird sie nun allerdings wieder der Prüfung durch die Erfahrung unterworfen. Die Auffassung, die man sich von den Grundsätzen des römischen Rechtes für die Erklärung eines historischen Ereignisses oder die Deutung einer Urkunde gemacht hat, findet man u. a. in Urkunden bestätigt oder widerlegt; die Konstruktionsbeziehungen, die man für den geometrischen Stil der griechischen Antike entworfen hat, kann man anhand von Tonkrügen dieser Zeit korrigieren; man kann prüfen, ob die einzelnen Handlungen NAPOLEONS mit den ihm unterstellten Zielen übereinstimmen usf. Es heißt, daß man mit einer Interpretation „durchkommt“ oder nicht „durchkommt“. Diese Ausdrucksweise habe ich nur in die hier eingeführten Begriffe übertragen. Und doch läßt sich so niemals eine Theorie auf eindeutige und absolute Weise empirisch verifizieren oder falsifizieren. Denn die Quellen und Tatsachen, deren man sich dabei als Prüfsteine bedient, setzen ja, wie sich vorhin gezeigt hat, ihrerseits bereits geschichtswissenschaftliche Theorien voraus und sind von ihnen abhängig. Jede Verifikation, jede Falsifikation ist daher immer etwas Hypothetisches. Auch besteht das logische Schema einer Bestätigung darin, daß die aus angenommenen Theorien unter gewissen Bedingungen abgeleiteten Sätze mit den interpretierten Tatsachen übereinstimmen; aber die Bestätigung des Abgeleiteten besagt logisch, wie in den vorangegangenen

Kapiteln schon mehrfach erläutert wurde, nichts über die Bestätigung von dessen Prämissen – in unserem Fall der axiomatischen Grundsätze. Sie sind also keiner unmittelbaren empirischen Begründung fähig, sondern müssen a priori konstruiert werden.

### *8. Judicale Grundsätze*

Betrachten wir als nächstes die judicalen Grundsätze. Darunter sind auch hier vor allem solche zu verstehen, nach denen wir Theorien auf der Grundlage von interpretierten Tatsachen verwerfen oder annehmen. Gerade weil dies ja, in den Geschichtswissenschaften genauso wenig wie in den Naturwissenschaften, auf empirisch zwingende Weise geschehen kann, wie soeben gezeigt wurde, müssen bestimmte Regeln dafür vorliegen, wie dies zu erfolgen hat. So wird man zum Beispiel entscheiden müssen, ob der Theorie widersprechende Tatsachenaussagen oder genauer, ob die theoretischen Voraussetzungen dieser Aussagen selbst anzuerkennen sind. Ist dies der Fall, so wird weiter zu entscheiden sein, ob damit die Theorie als falsifiziert betrachtet werden soll oder ob alles nur irgendwelchen besonderen atypischen Umständen zuzuschreiben ist; man könnte ferner der Meinung sein, daß eine Theorie abgelehnt werden muß, wenn sie nur mit Hilfe von ad hoc-Hypothesen zu verteidigen ist, oder man könnte umgekehrt solche Hypothesen unter bestimmten Umständen zulassen; man könnte – aus welchen Gründen auch immer – entschlossen sein, an gewissen Axiomen in jedem Fall festzuhalten oder eine Theorie nur dann anzuerkennen, wenn sie gegenüber anderen einen größeren und umfassenderen Gehalt hat, noch Unerklärtes erklärt, noch Unbekanntes entdecken hilft usf. usf. Dies alles ist

im Grunde schon, freilich hauptsächlich mit Hinblick auf die Naturwissenschaften, in den vorausgegangenen Kapiteln gesagt worden. Keine dieser Falsifikations- und Verifikationsregeln, wie immer man zu jeder einzelnen stehen mag, kann aber auf Erfahrung gegründet werden, da die Erfahrung sie voraussetzt. Entscheiden doch zum Beispiel sie erst, ob eine Tatsache als Prüfstein für eine Theorie anzuerkennen ist und im Falle der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung als Bestätigung oder Widerlegung angesehen werden kann. Hat man sich für irgendwelche Regeln dieser Art a priori entschieden, so zeigt in der Tat die geschichtliche (oder natürliche) Wirklichkeit, ob sie unter diesen Bedingungen unsere Konstruktionen bestätigt oder Nein zu ihnen sagt. (Ich komme darauf noch einmal etwas ausführlicher zurück.)

### *9. Normative Grundsätze*

Was schließlich die normativen Grundsätze betrifft, so drückt schon der Name ihre Apriorität aus. Sie sagen uns, was überhaupt zu einer wissenschaftlichen Theorie gehört. Ist sie geschichtlich – und nur hiervon soll ja die Rede sein –, so wird man erwarten, daß sie zum Beispiel die historische Geographie, Chronologie und Genealogie, daß sie die Paläographie, Heraldik, Sphragistik und Numismatik verwendet, sich also auf eine Reihe von Hilfsmitteln stützt, die ihrerseits wieder gewissen normativen Ansprüchen genügen und Hilfswissenschaften für die Geschichtsschreibung genannt werden. In sie sind auch Naturwissenschaften wie die Geographie, die Astronomie und die Biologie verwoben. Von besonderer Bedeutung ist natürlich die Verwendung von Quellen, für die eigens als wissenschaftlich angesehene Methoden der kri-



und  $S_2$  zu  $R_1$  führen. Es ist also kein einziger Teil dieses Modells für sich etwas rein Empirisches; weder die verschiedenen S-Mengen, noch die singulären Sätze; rein empirisch sind allein die hypothetischen Metasätze: Wenn wir  $S_1$  voraussetzen, dann ist das Resultat  $R_1$ , und wenn wir  $S_2$  voraussetzen, dann erhalten wir  $R_2$ . (Vgl. Kapitel III.)

Wenn man also sagt, Theorien können empirisch bestätigt oder widerlegt werden, so ist dies nur eine elliptische Redeweise. Sie sind vielmehr mit ihren Grundsätzen insofern etwas Konstruiertes und Apriorisches, als sie einerseits Erfahrungen erst ermöglichen und andererseits durch Erfahrung nicht unmittelbar prüfbar sind. Eine solche Prüfung ist daher nur unter Bedingungen möglich, wie sie eine S-Menge bereitstellt, und von dieser hängt somit auch das unvorhersehbare Ergebnis der Prüfung ab.

Nun sind zwar, wie soeben bemerkt, auch die singulären Sätze des Modells für sich nichts Empirisches, weil sie so wenig unmittelbar durch die Erfahrung gegeben werden wie die Grundsätze. Aber das gilt doch nur insofern, als sie, als Aussagen über interpretierte Erfahrungsgegenstände, einen über den Erfahrungsgehalt hinausgehenden theoretischen Gehalt haben. Dieser ist indessen selbst Teil der S-Menge. Ein singulärer Satz des Modells drückt also Erfahrungen unter Bedingungen aus; die S-Menge aber nur die Bedingungen – und ausschließlich diese nenne ich a priori.

Das Apriorische läßt sich demnach, auch in den Geschichtswissenschaften, nicht eliminieren. Als solches aber bedarf es stets einer besonderen Rechtfertigung. Bevor ich mich nun wieder dieser quaestio juris zuwende, möchte ich meine Ausführungen aber noch in einigen wichtigen Punkten ergänzen.

## 11. Der sogenannte hermeneutische Zirkel

Das verwendete Modell zeigt, daß der sogenannte hermeneutische Zirkel, von dem heute so viel Aufhebens gemacht wird, nicht existiert. Zunächst ist festzustellen, daß, was fälschlicherweise so genannt wird, nicht nur in den Geschichts- und Geisteswissenschaften, sondern in jeder empirischen Wissenschaft vorkommt, da die Beziehung zwischen apriorischen Annahmen und mit ihrer Hilfe gedeuteten Tatsachen grundsätzlich immer die gleiche ist. Es kann also keine Rede davon sein, daß es sich hier um etwas den Geschichts- und Geisteswissenschaften Eigentümliches handelt.<sup>16</sup> Betrachten wir noch einmal das vorige Schema, das ja auf alle möglichen empirischen Wissenschaften zutrifft. Nehmen wir an, um die Sache deutlicher zu machen, es sei  $T = T_1 = T_2$  (so daß „immer wenn F, dann G“ nur eines unter mehreren Axiomen von T ist). Nehmen wir ferner an, daß wir in der Tat Fa, Ga unter der Voraussetzung von T erhalten und umgekehrt schließlich T mit ihnen bestätigt wird. Darin liegt aber kein Zirkel, da ja, wie schon vorhin gezeigt, nur die Erfahrung entscheiden kann, ob wir zu einem solchen Resultat gelangen, ob sich also unter den gegebenen Voraussetzungen einer S-Menge Fa, Ga und die gesuchte Bestätigung ergeben. Der Theorie allein läßt sich dies nicht entnehmen. Es ist mithin nur bedingt wahr, wenn gesagt wird, man hole aus den Dingen nur heraus, was man in sie hineingelegt habe; vielmehr tritt dazwischen die Erfahrung, auch wenn sie schon durch eine Theorie in

---

<sup>16</sup> Vgl. auch W. STEGMÜLLER: Der sogenannte ‚Zirkel‘ des Verstehens, in: Natur und Geschichte. 10. Deutscher Kongreß für Philosophie, Kiel 1972, hrsg. von K. HÜBNER und A. MENNE, Hamburg 1974.

gewissem Sinne „vorgeformt“ ist, wie es sich durch S im angegebenen Modell zeigt.<sup>17</sup>

Ist Ga eine dem Historiker noch nicht bekannte Tatsache, so wird er sie aufgrund der Prämisse 2 genauso vorhersagen können, wie dies der Naturwissenschaftler beim Experiment zu tun pflegt, und entsprechend wird er sich dann auch durch eventuelle spätere Funde und Entdeckungen in Archiven, bei Ausgrabungen usf. bestätigt oder widerlegt sehen. Ist Ga aber eine dem Historiker bereits bekannte Tatsache, so kann es doch sein, daß sie mit Hilfe seiner Theorie in einer Weise gedeutet oder mit anderen Tatsachen verbunden werden kann, zum Beispiel mit Fa, die als Bestätigung oder Falsifikation dieser seiner Theorie anzusehen ist.

## *12. Die Erklärung von Explikationen und Mutationen historischer Systeme sowie die Erklärung von Bedeutungen*

Bisher war nur von der Erklärung solcher Ereignisse und Tatsachen in Raum und Zeit durch den Historiker die Rede, wie sie das Beispiel des Staatsmannes zeigte, der in

---

<sup>17</sup> Ich möchte hier betonen, daß ich trotz der soeben vorgetragenen Kritik in manchen Punkten mit den Hermeneutikern übereinzustimmen glaube. Mir scheint aber, daß vieles von dem, was sie sagen wollen, überhaupt erst zur Klarheit kommt oder gar erst zurechtgerückt werden kann, wenn man sich von ihrem dunklen Stil befreit und die analytische Methode auf die Geschichtswissenschaften überträgt, welche die Wissenschaftstheoretiker bislang vornehmlich auf die Naturwissenschaften anwandten. Daß dies möglich ist gerade deswegen, weil beide Zweige der Erkenntnis im Grunde dieselben logischen Formen haben – wie sehr das auch zunächst verdeckt blieb – hoffe ich mit der vorliegenden Untersuchung deutlich zeigen zu können. Zur Kritik an der Hermeneutik siehe auch G. PATZIG: Erklären und Verstehen, in: Neue Rundschau 3 (1973).

bestimmter Weise nach Regeln handelt. Der Historiker hat aber darüber hinaus auch das Entstehen von Regeln selbst zu erklären, also das Aufkommen von Ideen, Meinungen, Vorstellungen, Praktiken, Stilen usf. Die Verfassungs- und Rechtsgeschichte, die Wirtschaftsgeschichte, die Kunstgeschichte usf. liefern zahllose Beispiele dafür. Überhaupt ist die ganze sogenannte Geistes- und Ideengeschichte solcher Art. Wie aber geschieht dies? Wie schon im Kapitel VIII gezeigt, können historische Systeme auf Grund ihrer Form nur in zweifacher Weise einer Bewegung unterworfen werden: nämlich einmal durch Explikation und zum anderen durch Mutation. Mit „Explikation“ eines Systems bezeichne ich dessen innere Entwicklung unter Beibehaltung seiner Grundregeln; „Mutation“ bedeutet die Änderung dieser seiner Grundregeln und damit die Entstehung eines neuen Systems. Die vorige Frage lautet also genauer: Wie erklärt der Historiker Explikationen und Mutationen?

Beginnen wir mit der Explikation. Es handelt sich hier immer darum, daß aus Regeln andere entwickelt werden. Der ideale Fall ist, wie gesagt, eine physikalische Theorie, zum Beispiel die NEWTONSche, aus der immer mehr Theoreme abgeleitet und für die immer mehr Anwendungsbereiche ausfindig gemacht werden. Auch eine solche Theorie kann ja, als historische, samt ihren Explikationen Gegenstand geschichtlicher, zum Beispiel wissenschaftsgeschichtlicher Untersuchungen sein. Ableitungen der genannten Art zeigen aber auch gewisse Verfassungs- und rechtsgeschichtliche Entwicklungen, politische, wirtschaftliche, künstlerische usf. Sie ereignen sich nämlich immer dann, wenn unter bestimmten Bedingungen Folgerungen im Rahmen eines gegebenen Zusammenhanges gezogen werden müssen. Der Richter, der Geschäftsmann, der Politiker, der Wissenschaftler, sie alle

betätigen sich beinahe täglich in dieser Weise. Es ist wie bei einem Schachspiel – die Grundregeln stehen fest, und nun entfalten sich je nach Situation immer wieder neue und andere Spiele, Spieleröffnungen, Strategien usw. Jeder Zug ist aus den Grundregeln ableitbar, daß er aber wirklich vollzogen wird und daß er unter Umständen in einem Schachlehrbuch als ein bestimmtes strategisches Element in einer bestimmten Art von Partie aufgeführt wird, das läßt sich nur aus der Praxis des Schachspiels erklären. Denn die logische Möglichkeit der Ableitung, ihr Impliziertsein in den Grundregeln, darf nicht mit ihrem wirklichen Auftreten verwechselt werden.

Das Schema der Erklärung historischer Systemexplikationen unterscheidet sich natürlich nicht grundsätzlich von dem bereits angegebenen singulärer Tatsachen, weil wissenschaftliches Erklären immer dieselbe Form hat. Es kann etwa so entworfen werden:

- 1) Für jemanden (es kann auch eine Gruppe sein) ist eine Regelmenge R gegeben.
- 2) Dieser befindet sich in einer bestimmten Lage, für die er eine Regel aufstellen soll, die aus R gewonnen werden kann.
- 3) Er glaubt, daß dies für R' zutrifft.
- 4) Jemand, der die Prämissen 1–3 erfüllt, wird / wird nicht aufgrund von psychologischen, biologischen, physikalischen Gesetzen usw. R' aufstellen.
- 5) Folglich stellte er / stellte er nicht R' auf.

Das schon erwähnte Aufkommen bestimmter Motive in der spätmittelalterlichen Kunst kann als Beispiel dienen. Die Menschen lebten in der Regelmenge dieser Kunst. Aus ihren gegebenen Formen suchten sie andere zu entwickeln, die für die traumatische Situation, in der sie sich

befanden, nämlich das Wüten der Pest, anwendbar waren. Sie glaubten diese in den genannten Motiven gefunden zu haben. Also wurden diese zu einer neuen, im Rahmen der alten Regelmenge begrifflichen Regel. An diesem Beispiel wird übrigens deutlich, daß die explizierende Ableitung keineswegs nur logischer Natur im engeren Sinne sein muß. Es handelt ja von Regeln als künstlerischen Formen und Figuren, so daß deren Systeme teilweise in Analogie zu einem Spielkalkül betrachtet werden dürfen. Die verschiedenen Arten explizierender Ableitung auf mannigfaltigen Gebieten zu klären, ist ein weites Feld künftiger Untersuchungen, denen, wie ich meine, der vorliegende systemtheoretische Ansatz zum Leitfaden dienen und hilfreich sein könnte.

Betrachten wir jetzt die Systemmutation. Da es sich hier um eine Änderung in den Grundlagen handelt, so bewegt man sich dabei nicht, wie bei der Systemexplikation, innerhalb eines Systems, sondern man tritt in kritische Distanz zu ihm, man tritt aus ihm heraus, man spricht darüber und macht es zur „Objektsprache“; man stellt seine Voraussetzungen, seine Grundsätze zur Disposition; man verändert sie. Das kann aber offenbar begründet nur geschehen, wenn man dabei von anderen Voraussetzungen ausgeht, wenn man von einem anderen System her das alte kritisch betrachtet und versucht, beide einander anzugleichen. Formal gesehen besteht also dieser Vorgang darin, daß ein System aus einem anderen abgeleitet wird, während vorhin, bei der Systemexplikation, nur eine Regel aus anderen desselben Systems abgeleitet wurde. Fast alle tiefgreifenden Umbrüche in der Geschichte haben sich, wissenschaftlich betrachtet, in dieser logischen Form vollzogen. Theoretische Systeme verändern praktische und umgekehrt; politische, wirtschaftliche, wissenschaftliche, soziale, künstlerische, religiöse

usf. bestimmen einander gegenseitig. Überall lassen sich solche Beziehungen herstellen, eines befruchtet, eines beeinflusst und verändert das andere. Der Historiker erklärt also eine Mutation, indem er diesen Prozeß konstruierend „rekonstruiert“; und wiederum ist das logische Schema dabei demjenigen der Explikationserklärung analog. Es braucht daher nicht weiter darauf eingegangen zu werden.

Was hier über die Explikation und die Mutation historischer Systeme gesagt wurde, nenne ich den *logischen Sinn* dessen, was man gemeinhin sehr mißverständlich Ideengeschichte oder Geistesgeschichte nennt, wie sie in der Literaturgeschichte, der Kunstgeschichte, der Religions-, Wirtschafts-, Rechts-, kurz: Kulturgeschichte, beschrieben wird. Mißverständlich deswegen, weil damit überall die Entwicklung von Ideen oder gar von Geist suggeriert wird, wo es sich einfach nur um die Entwicklung und Erstellung von Regeln handelt. Jenes Ballastes aus der idealistischen Philosophie (Idee, Geist usf.) bedarf es gar nicht, wenn wir von Regeln sprechen, nach denen sich die Menschen verhalten. Um ein Beispiel zu nennen: Die Regeln industrieller Prozesse (sie werden im Kapitel XIV behandelt) oder gar eines Fußballspieles sind schwerlich mit solchen komplizierten Philosophemen in Zusammenhang zu bringen und doch handelt es sich bei beidem um sehr bedeutsame Erscheinungen moderner Kultur.

Noch einmal sei auf die Grenzen historischen Erklärens mit Hilfe von Systemen verwiesen. Zunächst könnte man sich ja die Idee eines durchgängigen, wenn auch äußerst verwickelten Stammbaumes geschichtlicher Systeme machen, den man mit Ableitungsketten wie in einem verschlungenen Geflecht beschreiben kann. Man wird indessen in Rechnung ziehen müssen, daß nicht nur, wie ich

schon sagte, der Unsinn, der Wider- und Wahnsinn höchst wirksame Kräfte in der Geschichte zu sein vermögen, die jede logische Kontinuität zerstören, sondern daß der Verwirklichung dieser Idee auch grundsätzliche Schwierigkeiten entgegenstehen, die mit der erkenntnistheoretischen Verfassung der Systeme selbst zusammenhängen. Denn auf welches Feld auch immer sie sich beziehen mögen: Sie werden, wie man dem beschriebenen Zusammenhang von a priori und a posteriori entnehmen kann, niemals so zwingend durch Erfahrung oder Vernunft begründet sein, daß ihnen nicht ein gewisses Maß spontaner Schöpfung zugrunde läge, die durch keinerlei notwendige Einsicht „letztbegründet“ sein kann, wie das manche Philosophen nennen oder uns immer noch glauben machen wollen. Geht man aber davon aus, so folgt unmittelbar, daß geschichtliche Systeme wegen dieser ihrer eigentümlichen Spontaneität ebenso diskontinuierlich wie kontinuierlich in Folgeketten auftreten können. Folgeketten, die gewissermaßen „schwebend“ konstruiert sind und nirgends auf absoluten Erfahrungen oder Vernunft-einsichten aufrufen, können wieder abgebrochen und mit einem neuen Anfang versehen werden. Daß dies allerdings nur in den Grenzen eines umfassenderen Zusammenhangs möglich ist, geht schon aus den Betrachtungen über die Mutation hervor und soll im folgenden noch deutlicher werden.

Bisher war nur von Tatsachenerklärungen die Rede, womit auch das Entstehen von Regeln in der Weise der Explikation und Mutation gemeint ist. Genauso wichtig sind indessen für den Historiker auch die *Bedeutungserklärungen* z. B. solche, die sich auf den Sinn von Worten beziehen. Sie sind es daher auch, die uns den Sinn von Quellen erschließen. Bedeutungserklärungen gehen somit den Tatsachenerklärungen voraus, denn um Tatsa-



mung selten streng formal festgestellt werden können, weswegen immer breite Deutungsspielräume möglich sind. Es scheint also, daß Gesetze bei Bedeutungserklärungen an sich keine Rolle spielen, obgleich sie auch hier durchaus auftreten können, zum Beispiel dann, wenn man für sie irgendeine besondere Absicht des Autors heranzieht. Aber wie dem auch sei; es gibt keine Bedeutungserklärung für den Historiker ohne die Verwendung einer geschichtswissenschaftlichen Theorie und damit fällt auch sie in den gesamten Fragenkreis, der hier verhandelt wird.

### *13. Die Rechtfertigung theoretischer Grundsätze in einer geschichtlichen Situation*

Ich kann mich nun endlich dem schon erwähnten Kernproblem auch der Geschichtswissenschaften zuwenden, nämlich der Frage nach der Rechtfertigung der ihnen zugrunde liegenden Grundsätze a priori. Wenn es für sie – und dies setze ich hier allerdings voraus – ebenfalls keine absolute, keine transzendente Rechtfertigung gibt; wenn ihnen ferner gleichfalls eine empirische versperrt ist und wenn schließlich der schon angedeutete Zustand ihres „Schwebens“ nicht als Ausdruck purer Willkür gedeutet werden soll, so kann das hier wieder nur bedeuten, daß ihre Begründungen, wie es schon bei der Erörterung der Systemmutation anklang, zunächst anderen Theorien oder allgemeiner: anderen geschichtlichen Systemen entnommen werden, worin der Historiker lebt. Die geistige Mannigfaltigkeit, die ihn umgibt, sucht er wie jeder Forscher in einen möglichst einheitlichen, möglichst umfassenden Zusammenhang zu bringen, von Widersprüchen und Unklarheiten zu reinigen oder solche zu-

mindest aufzudecken. Ihm geht es dabei freilich vornehmlich darum, den geschichtlichen Stoff in dieses Ganze einzuordnen und die auf ihn gerichteten axiomatischen, judicalen und normativen Grundsätze a priori zu den übrigen der gegebenen Mannigfaltigkeit in eine harmonische Beziehung zu bringen. Er leitet sie also aus anderen Gebieten oder Lebensbereichen ab, wo sie ihm schon aus irgendwelchen Gründen a priori gerechtfertigt zu sein scheinen, und wendet sie auf seinen Gegenstandsbereich an. Einige Beispiele sollen auch hier wieder der Verdeutlichung dienen.

Schon mit der in der Aufklärung entstehenden, von Theologie und Dogma sich lösenden wissenschaftlichen Geschichtsschreibung war man sich der mannigfaltigen Einflüsse bewußt, denen der Historiker ausgesetzt ist. So haben die Ahnherren der deutschen historischen Schule, die Göttinger SCHLÖZER und RÜHS, auf die Bedeutung der anderen Wissenschaften für die Geschichtsschreibung hingewiesen, aber auch auf ihren Zusammenhang mit politischen und anderen sozialen Faktoren.<sup>19</sup> Sie konnten dies um so mehr, als sie das, was ich judicale und normative Grundsätze nenne, mit vollem Bewußtsein den bereits bestehenden und ausgefeilten kritischen Methoden entnahmen, die in der klassischen Philologie und in der Bibelforschung entwickelt worden waren. Vor allem die kritische Ausgabe des Neuen Testaments diente ihnen als Vorbild. SCHLÖZER nennt das: Vergleichen der Manuskripte, das Reinigen der Texte von Fehlern, die Feststellung von Interpolationen und Fälschungen, die Entdeckung der von den Autoren verwendeten Quellen usw. Es wird auch darauf verwiesen, daß die Entwicklung

---

<sup>19</sup> Zur Bedeutung der Göttinger Schule siehe H. BUTTERFIELD: *Man on his Past*, Cambridge 1969.

solcher Methoden ihren Ursprung in den allgemeinen religiösen Streitigkeiten hatte, welche die Welt seit dem Zeitalter der Reformation auf so nachdrückliche Weise bestimmten. Entsprechend hat GATTERER, der erste der Göttinger Schule, die Übertragung der kritisch-wissenschaftlichen Arbeitsweise auf die Geschichtsschreibung mit verschiedenen juristischen und konstitutionellen Fragen in Verbindung gebracht, die von höchster politischer Bedeutung waren. Die Geschichte wird also zur Wissenschaft erst in einem Augenblick, wo ein normativer Begriff von Wissenschaft bereits auf anderen Gebieten ausgeprägt ist; ja er wird ausdrücklich aus gegebenem Anlaß von diesen auf jene übertragen.

Aber nicht nur Bibelkritik und klassische Philologie haben hier Pate gestanden. Auch die Naturwissenschaften und eine mit ihnen entwickelte, von der Theologie gereinigte allgemeine Theorie der Erfahrung spielten eine ausschlaggebende Rolle. Sehr deutlich ist das schon bei BAYLE (also lange vor den Göttingern) zu beobachten, der diese Theorie auf die Quellen geschichtlicher Tatsachen anwandte und damit eine kritische Methode für den Historiker entwickelte.<sup>20</sup> Und WEBB konnte auf einem Höhepunkt der historischen Wissenschaften, nämlich mit Hinblick auf RANKE sagen, dieser habe den Vorlesungssaal in ein Laboratorium verwandelt, in dem Dokumente anstatt Retorten benutzt werden.<sup>21</sup> Vor allem aber sind es axiomatische Grundsätze, welche die Geschichtswissenschaften von den Naturwissenschaften übernommen haben, so befremdlich das auf den ersten Blick scheinen mag. Dies zeigt vor allem die Einführung des Geset-

---

<sup>20</sup> Vgl. hierzu auch E. CASSIRER: Die Philosophie der Aufklärung, Tübingen 1932, S. 269–279.

<sup>21</sup> V. P. WEBB: The Historical Seminar. Its Outer Shell and its Inner Spirit, in: Mississippi Valley Historical Review 42 (1955/56).

zesbegriffes in ihrem Bereich. VOLTAIRE, der solches als einer der ersten versuchte, hat damit ausdrücklich die Absicht verfolgt, ein der NEWTONSchen Physik analoges Geschichtswerk zu verfassen.<sup>22</sup> Und wie er die von ihm beschriebenen Ereignisse deutet, welche Grundsätze er in ihnen wirksam sieht, welche Systematik er ihnen unterstellt, ist ganz und gar von dieser ihm vorschwebenden Idee bestimmt (wobei es hier gleichgültig ist, wieweit er dabei erfolgreich war oder wieweit er auch nur NEWTON richtig verstand). Auch für MONTESQUIEU dürfte sich ähnliches nachweisen lassen, zumal er seine „Gesetze“ teilweise auf natürliche Bedingungen, vor allem des Klimas, zurückführt.<sup>23</sup> Es ist gewiß zuzugeben, daß der unmittelbare, bewußte Zusammenhang zu den Naturwissenschaften danach teilweise wieder aus den Augen verloren wurde, wie ja überhaupt diese ersten aufklärerischen Anfänge später als Geschichtsschreibung der Philosophen, welche durch eine solche der *érudits* abzulösen sei, verworfen wurde. Aber wer wollte leugnen, daß einer der größten *érudits*, nämlich GIBBON, die Axiome des mit den Naturwissenschaften entstandenen Rationalismus auf sein Geschichtswerk überträgt, indem er nicht nur alle Ereignisse im Lichte der „natürlichen Vernunft“ sieht, deutet und erklärt, sondern sie darüber hinaus auch mit den Mitteln der aufklärerischen Kritik am Christentum zu schildern sucht? Im übrigen ist es heute ja beinahe zur Selbstverständlichkeit geworden, die Geschichtsschreibung in ihrer Beziehung nicht nur zu den anderen Wissenschaften, sondern, in meiner Terminologie gesprochen, überhaupt in Beziehung zu einer Mannigfaltigkeit von Systemen zu sehen (der Politik, der Wirtschaft, der

<sup>22</sup> VOLTAIRE: *Essai sur les moeurs et l'esprit des nations*, in: *Œuvr.* XVIII. *Le Pyrrhonisme de l'histoire*, in: *Œuvr.* XXVI.

<sup>23</sup> MONTESQUIEU: *De l'esprit des lois*.

Sozialstruktur, der Technik usw.), in denen sie jeweils eingebettet ist. Jetzt wo man anfängt, die Ideen der einstigen Göttinger Schule und Lord ACTONS wieder aufzugreifen,<sup>24</sup> nämlich Geschichte der Geschichtsschreibung zu treiben, treten solche Gegenstände geradezu in den Vordergrund, auch wenn die erkenntnistheoretische und wissenschaftstheoretische Problematik dabei meist völlig übersehen wird. Denn nicht damit ist es getan, daß solche Wechselbeziehungen überhaupt aufgedeckt, sondern daß in ihnen Begründungen des Apriorischen mit allen dazugehörigen Fragen erkannt werden.

Der Umkreis von Theorien und geschichtlichen Systemen, dem der Historiker die Rechtfertigung der Grundsätze seiner Theorien entnimmt, oder mit denen er in eine Wechselbeziehung des Begründens eintritt, ist im Sinne von Kapitel VIII seine geschichtliche Situation. Keine ewig geltende, in sich gegründete absolute Vernunft und keine reine, ungedeutete, absolute Erfahrung vermögen ihn aus ihr herauszuführen und aus dieser Gebundenheit zu lösen. Das Bild der Geschichte, das er entwirft, ist selbst etwas Geschichtliches. Immer verwendet er dabei auch Apriorisches, worauf er fortschreitend seine Gedanken und Erfahrungen stützen muß, ohne es selbst gleich im vollen Umfang zum ausdrücklichen Gegenstand der Untersuchung machen zu können. Jede Begründungskette endet notwendig irgendwo. Man kann nicht alles prüfen; vieles muß man – vorläufig – für hinreichend begründet ansehen. All dies kann eines Tages wieder ins Kreuzfeuer der Kritik geraten – aber dann wird es wieder anderes geben, worauf man sich in der veränderten geschichtlichen Situation berufen wird. Nichts ge-

---

<sup>24</sup> Vgl. hierzu das Kapitel über Lord ACTON in H. BUTTERFIELDS: *Man on his Past* (vgl. Anm. 19, S. 341).

schieht wirklich ab *ovo*. Die das Gegenteil glaubten, wie zum Beispiel DESCARTES und DINGLER, haben sich getäuscht. Das gilt aber auch für jene, die meinen, man könne überhaupt jede Voraussetzung willkürlich setzen, von der man ausgeht. Derartiges ist ebenso unmöglich, wie alles prüfen zu wollen.

Die ewige Unruhe der Wissenschaft, ihr Zwang, sich immer weiter zu entwickeln, ist gewiß nicht zuletzt auch darauf zurückzuführen, daß sie das Begründungsproblem niemals auf absolute Weise lösen kann, daß dies immer nur vorläufig, ad hoc, hypothetisch, bezogen auf eine bestimmte Situation, geschieht, daß man hier aus dem Schwebezustand nie endgültig herauskommt. Nun hat aber die Unruhe der Wissenschaften, sofern sie von der Geschichte handeln, noch einen anderen Grund, weswegen auch Rechtfertigungen apriorischer Grundsätze und ihres ständigen Wandels zusätzlich in besonderer Weise erfolgen – und hierauf möchte ich nun zu sprechen kommen.

#### *14. Die Vergangenheit als Funktion der Gegenwart*

Ich gehe dabei von den sogenannten „Erzählsätzen“ aus, die, wie es scheint, DANTO als erster behandelt hat (narrative sentences)<sup>25</sup>. Was er mit ihnen meinte, erläutert er unter anderem durch das folgende Beispiel, das er einem Gedicht von YEATS entnommen hat, in dem der Raub der Leda durch Zeus geschildert wird.

„A shudder in the loins engenders there / The broken wall, the burning roof and tower / and Agamemnon dead.“

Damit will DANTO zeigen, daß kein Augenzeuge dieses

<sup>25</sup> Vgl. Anm. 1, S. 305.

Ereignisses – gesetzt, es hätte stattgefunden – einen solchen Satz schreiben konnte, und zwar deshalb, weil er nicht wissen konnte, was in Zukunft geschehen würde. In Erzählsätzen kommt also zum Ausdruck, daß Ereignisse, die sich jetzt abspielen, sehr oft anders aussehen und oft auch tatsächlich gänzlich anders zu betrachten sind, wenn sie von einem Historiker im Lichte des Wissens davon dargestellt werden, was sich später ereignete. Und dies trifft selbst dann zu, wenn wir von den Geschehnissen, die auch dem Augenzeugen bekannt waren, keine nachträglich bessere Kenntnis besitzen. Manches, was ihm sehr wichtig ist, mag im Lichte der späteren Vorkommnisse bedeutungslos erscheinen und umgekehrt; manches mag ihm eng zusammenhängend vorkommen, von dem sich später herausstellt, daß es kaum etwas miteinander zu tun hat; er mag einiges für ein großes Übel halten, von dem wir heute erkennen, daß es etwas Gutes war; bisweilen verwendet er zur Deutung von einigen Tatsachen Konstruktionen historischer Systeme, die wir nun ganz anders konstruieren.

Noch einmal sei betont: All dies kann auch dann der Fall sein, wenn wir hinsichtlich der Ereignisse, die der Augenzeuge oder Zeitgenosse erlebte, genau so viel wissen, wie er und hierzu keine neuen, ihm damals unbekanntes Tatsachen bekannt geworden sind. Dies liegt daran, daß die Ereignisse mit wachsender zeitlicher Entfernung in ihren mannigfaltigen Beziehungen zu anderen, zu mehr und zu späteren Geschehnissen gesehen werden. Wir können dies mit dem sich wandelnden Aussehen eines Bildes vergleichen, das wir zuerst aus der Nähe und dann aus wachsender Entfernung betrachten. So treten die Einzelheiten mehr und mehr in verschiedene Beziehungen zueinander, und damit ändern sich auch ihre Bedeutung, ihre Funktion und sogar ihr Inhalt. Man erinnere sich ferner daran,

daß wir bisweilen sagen: „Ich sehe heute, was sich damals abspielte, in einem anderen Licht“, und daß wir damit keineswegs zwangsläufig meinen, wir wüßten inzwischen mehr über die Einzelheiten der vergangenen Vorkommnisse; denn bisweilen sehen die Dinge einfach deswegen anders aus als früher, weil man weiß, was nach ihnen gekommen ist und wie sie geendet haben.<sup>26</sup>

Ein einschlägiges Beispiel soll dies nun aufs deutlichste, wie ich hoffe, zeigen und zugleich dazu dienen, DANTOS Einsicht zu vertiefen und weiter abzuklären. Dieses Beispiel entnehme ich WOLFGANG SCHADEWALDTS Buch „Die Geschichtsschreibung des Thukydides“<sup>27</sup>. Die spätere Diskussion, die es unter Historikern und Philologen hervorgerufen hat, ist hier ohne Belang, wo es nicht um die Einzelheiten der THUKYDIDESforschung geht, sondern

---

<sup>26</sup> Professor TRUNZ verdanke ich den Hinweis, daß GOETHE ähnliches auf anmutige Weise in seinem Aufsatz „Wiederholte Spiegelungen“ (Goethes Werke, Bd. 12, Hamburg 1959, S. 322f.) ausgedrückt hat. Er schreibt dort: „Das lange Zeit fortgehegte . . . wogt . . . hin und her, viele Jahre im Innern. Das . . . lang Erhaltene wird endlich in lebhafter Erinnerung nach außen angesprochen und abermals abgespiegelt . . . Hieraus entfaltet sich ein Trieb, alles, was von Vergangenheit noch herauszuzaubern wäre, zu verwirklichen. Die Sehnsucht wächst, und um sie zu befriedigen, wird es unumgänglich nötig, an Ort und Stelle zu gelangen, um sich die Örtlichkeit wenigstens anzueignen . . . Hier entsteht nun in der gewissermaßen verödeten Lokalität die Möglichkeit, . . . aus Trümmern von Dasein und Überlieferung sich eine zweite Gegenwart zu verschaffen . . . Bedenkt man nun, daß wiederholte . . . Spiegelungen das Vergangene nicht allein lebendig erhalten, sondern sogar zu einem höheren Leben emporsteigen, so wird man der entoptischen Erscheinungen gedenken, welche gleichfalls von Spiegel zu Spiegel nicht etwa verblichen, sondern sich erst recht entzünden, und man wird ein Symbol gewinnen dessen, was in der Geschichte der Künste und Wissenschaften, der Kirche, auch wohl der politischen Welt sich mehrmals wiederholt hat und noch täglich wiederholt.“

<sup>27</sup> W. SCHADEWALDT: Die Geschichtsschreibung des THUKYDIDES, Berlin 1929.

nur darum, daß THUKYDIDES seinen Bericht über den Peloponnesischen Krieg nach der endgültigen Niederlage Athens umgeschrieben hat. Und darin sind sich so ziemlich alle mit SCHADEWALDT und seinem großen Vorgänger in dieser Sache, nämlich mit EDUARD SCHWARTZ, einig.<sup>28</sup> Die Frage lautet also: Was schrieb THUKYDIDES während des Krieges und was hinterher über dieselben Ereignisse? Wie sahen sie für ihn aus, während sie sich abspielten – war er doch mehr oder weniger Zeuge, sogar Augenzeuge –, und wie nachher, als alles vorüber war? Die Antwort lautet in jedem Fall: ganz anders, was es auch immer für Meinungsverschiedenheiten unter den Forschern im einzelnen darüber geben mag. SCHADEWALDT schreibt:

„Die Bedeutung, die die Darstellung der sizilianischen Expedition im Ganzen des Werkes durch Umfang und Formgebung erhält, muß beruhen auf der Bedeutung, die, nach der Auffassung des THUKYDIDES, das Ereignis der sizilianischen Expedition im Ganzen des Peloponnesischen Krieges hatte.“<sup>29</sup>

Daraus schließt SCHADEWALDT, daß die Bücher sechs und sieben von THUKYDIDES' Werk (also diejenigen, welche die erwähnten Ereignisse betreffen), nicht vor dem Ende des Krieges geschrieben sein können. Nur im Rückblick konnte THUKYDIDES die Vernichtung des athenischen Heeres im Jahre 413 für den entscheidenden Wendepunkt einer Entwicklung halten, die sich mit dem Fall von Athen im Jahre 404 vollendete. Als Zeitgenosse der sizilianischen Katastrophe konnte er dies nicht voraussehen; im Gegenteil besserte sich sogar die Lage Athens wesentlich nach dem Sieg bei Kyzikos.

---

<sup>28</sup> E. SCHWARTZ: Das Geschichtswerk des THUKYDIDES, Bonn 1929.

<sup>29</sup> W. SCHADEWALDT: Die Geschichtsschreibung des THUKYDIDES, a. a. O. S. 7.

Nur das Wissen um das Ende, nur der umfassende Rückblick nach der endgültigen Niederlage, dem vollendeten Schicksal, ermöglichte es THUKYDIDES, die bewegenden Kräfte hinter der unmittelbar sichtbaren Szene zu sehen und folglich, was vorging, in einer neuen Weise zu deuten: Zusammenhänge zu entdecken, wo keine zu bestehen schienen, bestimmte Ereignisse als Ursachen, als Gründe oder Motive für Späteres zu deuten, das niemand voraussehen konnte usf.

„Hier sind nicht bloß Erga einwandfrei ermittelt“, heißt es weiter bei SCHADEWALDT, „sondern ein einziges großes zusammenhängendes Ergon (7, 87, 5) ist hier geschichtlich verstanden worden, verstanden als Teil des jetzt als Wirkungseinheit aufgefaßten ganzen siebenundzwanzigjährigen Krieges. Und von dieser universalen Einheit her wird es in seiner Bedeutung erkannt, nach seiner Bedeutung geformt und der ihm immanente Sinn, der Sinn der Wirklichkeit aufgedeckt.“<sup>30</sup>

Folglich mußte THUKYDIDES auch die Reden des PERIKLES umschreiben („PERIKLES redet hier nicht aus dem Wissen und in der Absicht des Historikers von 429, sondern aus dem Wissen und der Absicht des Historikers nach 404“)<sup>31</sup> und darin den Zwiespalt zwischen den Idealen des PERIKLES und den erst später voll erkennbaren realen Kräften zeigen; er mußte das Verhalten des ALKIBIADES und die Abneigung der Athener gegen ihn auf der einen, die Niederlagen zunächst von 413 und später von 404 auf der anderen Seite miteinander in Verbindung bringen; eine Verbindung, die für THUKYDIDES erst sichtbar wurde, als er den Ausbruch von Streitigkeiten zwischen den Athenern und ALKIBIADES nur als Symptom einer tieferliegenden

---

<sup>30</sup> A. a. O. S. 27.

<sup>31</sup> A. a. O. S. 24.

politischen Erkrankung deuten konnte, einer Art Verfall, der die Klarsichtigkeit seiner Landsleute allmählich trübte und später zum endgültigen Untergang Athens führte; er mußte die gesamte Periode als *einen* Krieg ansehen und folglich die vergleichsweise langen Friedenszeiten zwischen den militärischen Operationen in eine zusammenhängende Entwicklung einordnen; er mußte die Einzigartigkeit und die Bedeutung Athens hervorheben, die nur nach dieser Zeit überwältigender Erfolge, Leistungen und Anstrengungen auf beinahe allen Gebieten gewürdigt werden konnte, nach der erwiesenen Standfestigkeit und Intelligenz in verzweifelten und katastrophalen Lagen. Nur im Rückblick konnten ferner THEMISTOKLES und PAUSANIAS als große Beispiele für die Probleme der athenischen Demokratie bzw. der spartanischen Oligarchie aufgeführt werden; nur im Rückblick ließen sich die Ursachen und Motive des Peloponnesischen Krieges weit in den Zeitabschnitt unmittelbar nach den Perserkriegen zurückverfolgen. Und schließlich sei noch die sogenannte „Archäologie“ des ersten Buches erwähnt, die ganz und gar durch die zeitliche Stellung des THUKYDIDES in der Geschichte bestimmt ist. Dort erinnert er unter anderem daran, daß sich die hellenischen Stämme ursprünglich nicht Hellenen genannt haben, da sie sich ihrer Einheit noch nicht bewußt waren, obgleich sie augenscheinlich schon damals ein Volk gewesen sind. Usw. usw.

Wir sehen also erstens, daß THUKYDIDES einige Ereignisse nachträglich für Symptome einer politischen Erkrankung hält, die erst später und nicht sofort diagnostiziert werden konnte. Entsprechend deutete er diese Ereignisse zu Symptomen um. Denn wenn jemand sagt, daß irgendein Ereignis Anzeichen einer Krankheit war, ohne es vorher wissen zu können, so gibt er diesem Ereignis offenbar ei-

nen neuen Sinn; und wenn diese Krankheit schwerwiegende Folgen hatte und er auch dies nicht vorher wissen konnte, so erhält der ganze Vorgang noch zusätzlich eine neue Bedeutung, die ihm zunächst nicht zuzusprechen war. Ferner können auf diese Weise Ereignisse miteinander verbunden werden, die vorher nichts miteinander zu tun zu haben schienen; denn wenn man von dem Ergebnis, nämlich der Krankheit, ausgeht, so mögen wir alle diese Symptome in einen Zusammenhang bringen, eben als Symptome ein und derselben Krankheit in ihrer Entwicklung. Zum zweiten können wir beobachten, daß THUKYDIDES augenscheinlich etwas zu beschreiben sucht, was ich ein „geschichtliches System“ nenne: Ich meine zum Beispiel das System der athenischen Demokratie, der spartanischen Oligarchie, der politischen Ideale des PERIKLES usf. Die Krankheit, die nach seiner Meinung wie ein Gift wirkte, weil allmählich alles zerstörend, betrachtete er als einen Wesensbestandteil dieser Systeme. Und so wandelte sich auch deren Beschreibung nach der Diagnose dieser Krankheit. Im übrigen enthüllt sich kein System sofort.<sup>32</sup> Nur im Laufe der Zeit kann es entwickelt werden (Explikation) und damit seine Möglichkeiten, seinen harten Kern, seine Grundideen, seine Widersprüche usf. offenbaren. Auch die Originalität, die Einmaligkeit und Größe eines historischen Phänomens können niemals vor seinem Ende bekannt sein.

Die Krankheit, von der THUKYDIDES spricht, besteht in der vollständigen *ταραχή*, der geistigen Verwirrung der Griechen zu dieser Zeit. Wirklichkeit und Ideal klafften immer mehr auseinander, nachdem die homerische Harmonie verlorengegangen war. Der natürliche Wille zur

---

<sup>32</sup> Vgl. K. HÜBNER: Philosophische Fragen der Zukunftsforschung, in: *Studium Generale* 24 (1971).

Macht wurde nicht mehr durch umfassende Entwürfe und Ideen ausgeglichen, sondern degenerierte in einem stupiden Krieg aller gegen alle. Aber nach THUKYDIDES enthüllte dies nur die tieferen strukturellen Mängel der athenischen Demokratie auf der einen und der spartanischen Oligarchie auf der anderen Seite. Athen konnte die wachsende Demagogie, Korruption und Anarchie nicht vermeiden, während die spartanische Oligarchie, die zwangsläufig immer mehr erstarrte und unfruchtbar wurde, schließlich nur noch versuchte, ihre eigene Macht zu konservieren. So enthüllte sich das eine wie das andere System im Zuge seiner Explikation in mannigfacher Weise als in sich widersprüchlich und zum Scheitern verurteilt.

Wenn es nun aber auch eine Tatsache zu sein scheint, daß THUKYDIDES all dies erst im Rückblick erkannte – und das ist hier ja der springende Punkt –, ohne im Hinblick auf die früheren Ereignisse als solche mehr als vorher zu wissen, warum sollte es nicht dennoch möglich sein, sich einen Menschen von hoher prophetischer Gabe vorzustellen, der imstande gewesen wäre, das Ende des ganzen Krieges vorauszusehen und daher sogleich zu schreiben, was THUKYDIDES erst später vermochte? In diesem Falle aber wäre ein Wandel in der Deutung der vergangenen Ereignisse nicht notwendig.

Nun ist eines gewiß: Ohne eine solche prophetische Gabe oder ohne einen reinen Zufall wäre eine richtige Vorhersage in der Geschichte nicht möglich. Denn niemand könnte derartige Vorhersagen auf rationale Weise rechtfertigen, weil es keine strengen Gesetze gibt, nicht einmal indeterministische, auf die er sich dabei berufen könnte.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> Vgl. Philosophische Fragen der Zukunftsforschung, a. a. O. (Anm. 32, S. 351).

Von irrationalen oder gar wundersamen Prophezeiungen, obgleich denkbar und bisweilen wohl auch vorgekommen, ist aber hier nicht die Rede. Vielmehr ist hier die Rede davon, wie spätere Ereignisse die Deutung früherer notwendigerweise gerade dann ändern, wenn der Historiker sich wissenschaftlich verhält und sich folglich darauf beschränkt, die Dinge in einer Weise zu sehen und zu beschreiben, die er als Historiker verantworten kann. Hier ein Gleichnis: Ein Arzt vermag bisweilen zu ahnen, welche Krankheit sein Patient hat, ohne es im Augenblick beweisen zu können. Aber in diesem Falle wird er nur dann verantwortlich als Arzt handeln, wenn er nicht übereilt vorgeht, sondern auf weitere Symptome wartet, um die Krankheit zu diagnostizieren und damit möglicherweise frühere Ereignisse in beweisbarer Weise neu zu deuten.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, muß hier betont werden, daß ich selbstverständlich nicht sogenannte „unwandelbare Tatsachen“ wie die Niederlage Athens im Jahre 413, den Ausgang der verschiedenen Schlachten während des Peloponnesischen Krieges usw. leugne. Aber Tatsachen solcher Art finden sich auch in bloßen Chroniken, die nicht mit den Werken verwechselt werden dürfen, welche die Historiker schreiben. Wir können *Kerntatsachen* von solchen unterscheiden, die mehr oder weniger dem Wandel, wie sie erscheinen, ausgesetzt sind. Daß zum Beispiel PERIKLES an der Pest starb, ist eine solche Kern-tatsache (was nicht bedeutet, daß sie absolut wahr ist); aber seine von THUKYDIDES berichteten Reden sind es nicht.

Damit kann nun, wie ich hoffe, hinreichend klar werden, was ich meine, wenn ich im Gegensatz zu einer weitverbreiteten Meinung behaupte, die Vergangenheit ist notwendig eine Funktion jeweiliger Gegenwart. Nichts

könnte falscher sein als SCHILLERS berühmter Ausspruch: ewig still steht die Vergangenheit.<sup>34</sup> Nicht darin besteht daher die Hauptaufgabe des Historikers, herauszufinden, „wie es eigentlich gewesen“ (RANKE), wenn das bedeuten soll: wie ein Augenzeuge es gesehen hätte. Im Gegenteil, dies würde uns meistens dazu verführen, dem Phantom einer ewigen Wahrheit über die Vergangenheit nachzujagen, die hinter dem Vorhang des „Zeitgeistes“ verborgen liegt. Die Hauptaufgabe des Historikers hat vielmehr darin zu bestehen, die Geschichte immer wieder umzuschreiben, indem er dabei den unvermeidbaren Wandel in Rechnung stellt, dem die Vergangenheit selbst im Laufe der Zeiten ausgesetzt ist.

Wie dies geschieht, zeigt auch besonders eindrucksvoll die Geschichte der Geschichtsschreibung des Untergangs von Rom, an die ich daher, des THUKYDIDES' Beispiel ergänzend, noch kurz erinnere.<sup>35</sup> Dieser Untergang ist ja geradezu ein Topos der abendländischen Geistesgeschichte, an dem man ihre großen Veränderungen sowohl im jeweiligen Selbstverständnis wie im Rückblick ablesen kann. Wenn AUGUSTINUS Roms Fall als der langandauernden und alles Maß übertreffenden Sünde Sold ansieht, so ist dies doch nur möglich, weil er bereits in einer christlichen Zeit lebt und das Ende kennt. Aus mittelalterlicher Sicht begreift später OTTO VON FREISING diesen Fall weniger als Untergang einer Epoche, sondern eher als Symptom jener „translatio imperii ad francos et teutonicos“, in der sich der römische Universalismus bewahrte, allmählich aber zum Heiligen Römischen Reich Deutscher

---

<sup>34</sup> F. VON SCHILLER: Spruch des Konfuzius: Dreifach ist der Schritt der Zeit, zögernd kommt die Zukunft hergezogen, pfeilschnell ist das Jetzt entfliegen, ewig still steht die Vergangenheit . . .

<sup>35</sup> Vgl. hierzu unter anderem W. REHM: Der Untergang Roms im abendländischen Denken, Leipzig 1930.

Nation heranreifte. Nur so, in dieser Kontinuität, konnte sich die katholische Idee entfalten. Das Sinken des irdischen Reiches Roms entspricht hier dem Steigen des transzendenten Reiches Christi, und was uns heute trennt scheint, als Zusammenbruch einer alten Welt und Beginn einer neuen, erschien ihm wie eine zusammenhängende Einheit kommunizierender Röhren. Ganz anders wieder sah es und mußte es MACHIAVELLI sehen. Die inzwischen hervorgetretene Fragwürdigkeit christlicher Politik erlaubte es ihm nicht mehr, Rom und das Mittelalter als Einheit und jenes nur als Vorspiel im Drama der Erlösung zu betrachten. Die Bewertungsmaßstäbe werden nunmehr ins Gegenteil verkehrt, und das Zusammenhängende wird wieder getrennt: Der Fall der Ewigen Stadt führt am Ende zum Unheil der Gegenwart, er bedeutete den Untergang einer alten Welt voll Größe zugunsten einer neuen voll Erbärmlichkeit. Die Ursachen konnten daher auch nicht mehr als transzendente betrachtet werden, sondern lagen in den natürlichen Kräften der Menschen und in der Widersprüchlichkeit der Prinzipien ihrer Systeme. GIBBON sehen wir auf diesem Wege fortschreiten. Er fügt den Axiomen von MACHIAVELLIS Betrachtung nur eine ungeheuere Fülle des historischen Materials hinzu und konnte sich vor allem auf eine inzwischen durch den Rationalismus ungleich vertiefte Kritik an der christlichen Lehre und Politik stützen.

In AUGUSTINUS, OTTO VON FREISING, MACHIAVELLI und GIBBON spiegelt sich jeweils der Grundgedanke, in dem die ihnen zugeordneten Epochen auf den Fall Roms zurückblicken. Ich muß hier auf die Erwähnung anderer verzichten, welche das große Ereignis in solchem Rahmen mehr oder weniger ausführlich, wenn auch in vielen Details abweichend oder manches ergänzend, schilderten.

Wieder aber läßt sich beobachten, wie uns der historische Gegenstand im Fortschritt der Entwicklung selbst zwingt, die Auffassung davon zu ändern, was an ihm wichtig oder unwichtig, zusammengehörig oder getrennt, übel oder gut ist; und wie sich dann mit dieser Änderung des Gegenstandes selbst auch seine genauere Konstruktion, die an ihm versuchte Deutung im einzelnen wandeln muß. „Der Gegenstand ändert sich“ heißt dabei nichts anderes, als daß er in neue Beziehungen zu späteren Ereignissen tritt; denn er ist, wie sich zeigte, keine Art Atom, zu dem andere spätere Atome einfach addiert werden können; vielmehr erscheint er durch diese neuen Konstellationen nicht mehr im alten Licht. Er bietet ein neues Deutungspotential, das nunmehr dem Historiker zur Auswahl steht.

### *15. Drei Formen der Rechtfertigung theoretischer Grundsätze in den Geschichtswissenschaften*

Kehren wir zur Frage der Rechtfertigung apriorischer Grundsätze zurück und fassen wir noch einmal zusammen. Erstens: Diese Rechtfertigung erfolgt im Zusammenhang mit einer Systemmannigfaltigkeit, in der ein Wissenschaftler lebt. Zweitens: Der Wandel dieser Grundsätze wird gerechtfertigt durch den Wandel, den diese Systemmannigfaltigkeit aus den geschilderten Gründen (Selbstbewegung von Systemmengen) zwangsläufig durchmacht. Drittens: Im Falle historischer Gegenstände ist die Änderung der Grundsätze a priori zusätzlich dadurch gerechtfertigt, daß sich diese Gegenstände notwendig selbst wandeln. Genauer sind sie also zu rechtfertigen einmal mit dem neuen Deutungspotential, das die Gegenstände bieten, zum anderen damit, daß

die neuen Grundsätze eine solche Auswahl aus diesem Potential darstellen, die in Übereinstimmung mit der jeweils gegebenen Systemmannigfaltigkeit ist.

Wenn man nun meinte, es liege ein Widerspruch darin, daß die Wandlungen des Apriorischen nicht durch Apriorisches selbst, sondern auch durch Gegenstände, also Erfahrung, bestimmt werden, so erinnere ich daran, was ich hier anhand des Modells über das Zusammenspiel von Apriorischem und Aposteriorischem zu zeigen suchte. Es handelt sich ja dabei nicht um eine unmittelbare Bestimmung durch Erfahrung, der das Apriorische, als solches, niemals für sich unterworfen werden kann. Dies kann vielmehr stets nur durch die Zwischenschaltung von Bedingungen geschehen, wie sie eine S-Menge bereitstellt. Deswegen hat man ja auch immer die Wahl, Erfahrungen über Theorien urteilen zu lassen, oder diese Erfahrungen mit Hilfe des dabei unvermeidlich zu verwendenden apriorischen Instrumentariums zurückzuweisen und dies etwa mit dem umfassenden Zusammenhang der Systemmannigfaltigkeit zu begründen, in die es eingebettet bleibt. Im Grunde aber hat die S-Menge doch stets das letzte Wort, weil sie definiert, was unter Erfahrung und Tatsachen überhaupt verstanden werden soll. Wie auch immer also eine S-Menge aussehen mag, so wird sie doch im Falle eines historischen Gegenstandes gerade solche apriorischen Bedingungen enthalten müssen, die seine Erfahrung als eines sich wandelnden möglich machen, so daß er damit immer wieder einen Teil jenes apriorischen Instrumentariums sprengen wird, das sie jeweils bereitgestellt hat.

Man hat an dem Sinn der Geschichtsschreibung oft gezweifelt, weil sie uns nicht gestattet, die Dinge zu erkennen, wie sie sich tatsächlich abgespielt haben, sondern nur, wie wir sie deuten und wie sie im Lichte unserer Zeit

erscheinen. So betrachtet ist sie nur ein langer Roman, in dem sich jede Epoche selbst bespiegelt. Nun gibt es in der Tat keine historische Wahrheit wissenschaftlicher Art jenseits, hinter oder gar ohne Deutungen, ja es gibt auch keine ewige Wahrheit, etwa diejenige, „wie es eigentlich gewesen“ (RANKE). Wohl aber gibt es jene Wahrheit und geschichtliche Erfahrung, die sich unter Mitwirkung des jeweiligen und immer wieder neu gerechtfertigten Geflechts von apriorischen Grundsätzen bildet. Jede Generation muß in dieser Sicht ihre Gegenwart und ihre Vergangenheit in ihrer Art meistern, und da sie das eine nicht ohne das andere tun kann, ist es für sie unverzichtbar, Geschichte zu schreiben und sie immer wieder neu zu schreiben. Daß dies aber begründet geschehen kann, sollten unter anderem diese Ausführungen zeigen.

## Dritter Teil

### Die wissenschaftlich-technische und die mythische Welt



## XIV. Die Welt der wissenschaftlichen Technik

Das erste Kapitel dieses Buches handelte von dem engen Zusammenhang zwischen der Begründungsfrage der Naturwissenschaften, des Numinosen und der Kunst. Die Begründungsfrage der Naturwissenschaften wurde dann insbesondere erweitert auf diejenige der Geschichtswissenschaften. Aber wer wollte leugnen, daß zwischen dem, was man die „wissenschaftliche Vernunft“ nennen kann und dem, was entsprechend als „technische Vernunft“ bezeichnet werden darf, ein unauflöslicher Zusammenhang besteht? Wir hätten unsere historische Lage nicht ausreichend erkannt, wenn wir nicht auch noch die Technik in unsere kritische Untersuchung einbezögen. Erst dann werden wir zum Ausgangspunkt des ersten Kapitels zurückkehren und die alte Frage, wenn auch nun in einer neuen Form, stellen können: Wie steht es mit der Begründung der Kunst und des Numinosen in unserer von Wissenschaft und Technik beherrschten Welt?

Allgemein wird das Wort „Technik“ im Zusammenhang mit künstlichen Geräten, Maschinen, Herstellungsprozessen, der Ausnutzung natürlicher Kräfte für menschliche Zwecke usw. verwendet. In diesem Sinne gibt es Technik, solange Kulturen existieren. Und dennoch hat sie so tiefgreifende Wandlungen in den Grundabsichten, im Selbstverständnis und damit auch in den einzelnen Zielen erfahren, daß es zweckmäßiger ist, ihre Betrachtung mit ihrer Geschichte einzuleiten, als etwa mit dem

so oft angestellten Versuch, die Frage „Was ist Technik?“ zu beantworten und damit eine für alle Zeiten passende Definition zu finden.

### *1. Zur Geschichte der Technik*

Diese Geschichte wird besonders durch zwei entscheidende Ereignisse bestimmt: Durch die Verbreitung des Christentums und durch das Aufkommen der exakten Naturwissenschaften.

Die Bedeutung des Christentums für die Technik liegt unter anderem darin, daß es zur Beseitigung der Sklavenwirtschaft beitrug und damit dazu zwang, die nunmehr fehlenden, einst reichlich verfügbaren und billigen menschlichen Arbeitskräfte durch Kräfte der Natur zu ersetzen. Jetzt erst lernte man, das Tier für die Arbeit besser zu verwenden, indem man das Kummel entwickelte; mehr und mehr wurden Wind und Wasser durch ein aufblühendes Mühlenwesen ausgenutzt, wurde die Entwicklung der Metalltechnik gefördert und mit ihr der Gebrauch des Schießpulvers sowie die Buchdruckerkunst ermöglicht.

Die Ausnutzung von Naturkräften in größerem Stil, wie sie eine durch das Christentum verwandelte Welt verlangte, hatte ein, wenn auch begrenztes, Eigenleben der Technik zur Folge, die nun von sich aus rückwirkend die Kultur revolutionär zu verändern begann. Im Gegensatz hierzu stand sie in der Antike ganz im Dienst des Staates, des Kultus, der Kunst usw., empfing aus diesen Bereichen Aufgaben und Zwecke und suchte so in vorgegebenen Grenzen nur allmähliche Verbesserungen. Freie Erfindungen und Entwürfe, wie sie zum Beispiel KTESIBIOS (3. Jh. v. Chr.) oder HERON VON ALEXANDRIA (1. Jh. v.

Chr.) wagten, wurden mehr oder weniger als Spielereien betrachtet.<sup>1</sup>

Aber wenn auch die Technik im Mittelalter nicht mehr wie früher vornehmlich durch die Kultur und die Überlieferung geprägt war, sondern sich Raum zu bahnbrechenden und umstürzenden Entdeckungen schaffte, so blieb sie doch auch jetzt weiterhin vor allem dadurch beschränkt, daß sie von der Wissenschaft nicht unterstützt wurde und damit der theoretischen Durchdringung ermangelte. Hatte sich nämlich die Wissenschaft im Altertum hauptsächlich mit den „Seinsgründen“ beschäftigt, so verzehrte sie sich nunmehr in der Auseinandersetzung mit der Theologie. Die Technik überließ sie nach wie vor verächtlich dem Handwerker. Das änderte sich erst, als in der Renaissance die exakten Naturwissenschaften aufkamen und allmählich zu jener unauflöselichen Einheit mit der Technik verschmolzen, in deren Zeichen die weitere Entwicklung bis heute stehen sollte. Dabei mußte man zunächst mit den einfachsten Dingen beginnen. So berechnete NICCOLÒ TARTAGLIA 1546 zum erstenmal, in welchem Winkel das Rohr einer Kanone für die gewünschte Schußweite einzustellen ist.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> KTESIBIOS aus Alexandria konstruierte neben allerlei spielerischen Dingen auch eine Wasserorgel und eine Wasserpumpe. HERON VON ALEXANDRIA: Druckwerke und Automatentheater, griech. u. dtsh. von W. SCHMIDT, Leipzig 1899. Er entwickelte Apparate, die den Druck zusammengepresster oder erwärmter Luft und den Wasserdampf verwenden. Dabei werden Zahnräder, Schrauben, Zylinder mit Kolben usw. eingesetzt. Hier einige wenige Beispiele: Ein Mechanismus, nach welchem Figuren ein Trankopfer darbringen, wenn auf einem Altar ein Rauchopfer dargebracht wird; Opfergefäße, aus denen nach Einwurf eines Geldstückes Weihwasser fließt; ein Tempel, dessen Türen sich bei Entzünden eines Opferfeuers von selbst öffnen, bei dessen Erlöschen aber schließen, ein Automatentheater usw.

<sup>2</sup> N. TARTAGLIA: *Quesiti et inventioni diverse*, Venezia 1546.

Die exakte Naturwissenschaft verweist schon als solche auf eine technisch-praktische Daseinsbewältigung. Tritt sie doch immer zusammen mit dem technischen Gerät auf: der Uhr, dem Fernrohr, dem Pendel, um nur einiges aufzuzählen. Mehr und mehr wird auch verlangt, naturwissenschaftliche Begriffe durch Operationen mit Meßgeräten zu definieren, die zugleich immer umfassender und komplizierter werden. Die Technik ihrerseits wendet aber nicht nur naturwissenschaftliche Erkenntnisse an, sondern bringt auch Erscheinungen hervor, welche die Naturforscher vor neue Aufgaben stellen. CARNOT versuchte zum Beispiel, 1824 eine Theorie der Dampfmaschine zu entwickeln, als diese bereits ausgezeichnete Dienste leistete; VON LAUE erkannte 1912 die Natur der Röntgenstrahlen, als deren Nutzung schon weit verbreitet war.

Das Entscheidende an dieser mit der Renaissance beginnenden Verschmelzung von Naturwissenschaft und Technik liegt darin, daß hier zum erstenmal die praktische Naturbewältigung *theoretisch* durchdrungen wird. Das hat zur Folge, daß die Technik in ihrer Eigenentwicklung nicht mehr auf die bloße Bereitschaft beschränkt bleibt, den Zufall vorzubereiten und abzuwarten – wie es im Mittelalter noch der Fall war –, sondern daß sie nunmehr die Voraussetzung dafür erlangt hat, und auch von dem Willen dazu getrieben wird, das Reich der technischen Möglichkeiten unbeschränkt und *systematisch* auszuforschen. Denn die wissenschaftliche Theorie als solche löst sich vom Besonderen und Einzelnen ab, dringt ins Allgemeine vor und entwickelt ihren Gegenstandsbereich nach Grundsätzen (im Sinne von Kapitel VIII); sie ist daher systematisierend und klassifizierend; sie setzt die Forschung, wo immer sie in sie eindringt, überhaupt erst in Freiheit.

So bildet sich ein neuer Menschentyp, den es in dieser Form vorher nie gegeben hat: der *Erfinder*. Er ist naturwissenschaftlich und insofern theoretisch gebildet; es geht ihm um das systematische Erfinden überhaupt, weniger um das von etwas Bestimmtem; wirtschaftliche, soziale, politische Interessen sind für ihn nicht ausschlaggebend, oft sind sie sogar nur vorgeschützt; doch ist er beherrscht von dem Willen, seine Entwürfe in die Praxis umzusetzen, ja manchmal sogar sie der Mitwelt aufzuzwingen. Wir finden diese Verfassung bei allen großen Erfindern vor, von LEONARDO DA VINCI über PAPIN, HUYGENS, WATT, TREVITHICK, NIEPCE, DAGUERRE, NOBEL, EDISON usf. bis zur Gegenwart, wo das Team in der Regel die Arbeit des einzelnen ersetzt hat.<sup>3</sup>

Die neuzeitliche und insbesondere die moderne Technik unterscheidet sich von derjenigen der Antike und des Mittelalters durch ein vollständig gewandeltes Selbstverständnis. Mit dem Auftreten der exakten Naturwissenschaften stellt sie sich nunmehr ungehemmt neue Aufgaben, erweckt sie ihre eigentümlichen, früher nicht einmal geahnten Bedürfnisse. Sie will die methodische Erforschung des unendlichen Feldes technischer Möglichkeiten, sie will bislang Unerforschtes Zug um Zug auskundschaften und Neues ausprobieren. Der Geist der Technik vergangener Zeiten zeigte davon keine Spur. Zwar ist sie auch heute noch vielfach gebunden an die Aufgaben, die ihr der Staat, die Gesellschaft, die Wirtschaft usf. stellen; aber das eigentlich Neue, sie wesentlich Prägende ist doch die Dynamik ihrer freigewordenen Schöpferkraft.

---

<sup>3</sup> Hierzu K. HÜBNER: Von der Intentionalität der modernen Technik, in: Sprache im technischen Zeitalter, Heft 25 (1968).

## 2. *Kybernetik als moderne Technik par excellence*

Diese Freiheit findet ihren reinsten Ausdruck in der *Kybernetik*, die ein allgemeines Begriffssystem für die Beschreibung technischer Gebilde und Verfahren bereitstellt.

Einer ihrer wichtigsten Grundbegriffe ist derjenige des Übertragungssystems. Unter einem Übertragungssystem versteht man den mittels Operatoren geregelten Übergang irgendwelcher Entitäten (denen des Eingangs) zu anderen (denen des Ausgangs). Diese Entitäten werden Operanden genannt. Ein einfaches Beispiel hierfür bietet ein Klavier: Das Drücken auf bestimmte Tasten hat das Erklingen bestimmter Töne zur Folge. Übertragungssysteme lassen sich in beliebiger Weise entwickeln. So wird manchmal jeder Operand nur in einen anderen umgewandelt werden können, manchmal in mehrere; die Operanden können ein Kontinuum darstellen oder diskret sein; die Übertragung kann deterministisch oder statistisch sein usw. Allgemein können Übertragungssysteme sowohl mathematische Modelle, exakte Theorien (etwa der Physik) usw. sein, als auch reale Vorgänge, die geregelte Ereignisfolgen aufweisen. Von besonderer Bedeutung sind hier jedoch reale Vorgänge, bei denen sich die Operanden der Eingabe oder die Operatoren verändern können, wie es etwa durch das Auftreten von Störungen, das Betätigen von Schalthebeln oder ähnlichem geschieht. In solchen Fällen spricht man von *Steuerungs-, Regelungs- und Adaptionsprozessen*, allgemein von *Rückkoppelungsprozessen* aller Art. Sie werden zusammenfassend als „Übertragungssysteme mit Eingabe“ bezeichnet.

Nun wird bei jedem technischen Herstellungsprozeß ein gesetzter Zweck auf physikalisch-chemische Weise, also

nach Gesetzen, welche die Umwandlungen von Eingangsgrößen in Ausgangsgrößen bestimmen, verwirklicht. Folglich ist er immer ein Übertragungssystem und überdies ein Rückkoppelungsprozeß, weil wegen der Unabgeschlossenheit physikalisch-chemischer Systeme der Herstellungsvorgang stets überwacht und gesteuert werden muß. Auch die durch ihn zustande gekommenen Produkte stellen in ihrer Funktion Übertragungssysteme dar, wie ein Überblick über die Zwecke, die sie erfüllen sollen, zeigt. Diese Zwecke lassen sich nämlich einteilen in die der *Erhaltung von Zuständen*, der *Nutzung von Energie* und der *Gewinnung von Information*. Bei der Erhaltung von Zuständen sind die Eingangsgrößen die Störungen, die den Zustand verändern können, die Ausgangsgrößen aber der zu erhaltende Zustand (Beispiele hierfür sind Deiche, Bunker, Konservierungsmittel, Heizungssysteme usw.). Ebenso haben wir es bei der Nutzung von Energie mit einem geregelten Umwandlungsprozeß, nämlich demjenigen der Energie, und deshalb mit einem Übertragungssystem zu tun (man denke an das Auto, das Flugzeug, die Eisenbahn usw.). Bei der Informationsgewinnung schließlich werden Worte (Nachrichten) eingegeben, in elektromagnetische Wellen, Druckbuchstaben, Lochstreifen und ähnliches übertragen und wieder als Wort (Nachricht) ausgegeben (wofür der Computer ein Beispiel ist).

Da also allgemein Herstellungsprozesse und ihre Produkte „Übertragungssysteme mit oder ohne Eingabe“, „Steuerungs-, Regelungs-, Adaptionsprozesse“ usw. darstellen, so können sie, wenn die Gesetze oder die Regeln ihrer Umwandlungen exakt formulierbar sind, in *mathematischen Modellen* beschrieben werden. Denn mit diesen werden jene Gesetze oder Regeln nur auf eine axiomatische Form gebracht. (Ein Beispiel für die Verwen-

derung von Regeln und nicht nur Gesetzen bei einem Übertragungssystem ist ein Computer. Zum Unterschied zwischen „Gesetz“ und „Regel“ vgl. Kapitel XIII, Abschnitt 1.) Die Konstruktion solcher Modelle hat eine weittragende Bedeutung. Sie dienen nämlich als Grundlage für drei Stufen von immer abstrakter werdenden theoretischen Betrachtungen. Auf der *ersten Stufe* wird mittels der Modelle von den unmittelbaren Zwecken und besonderen Erscheinungen technischer Gegenstände abgesehen und der Spielraum ihrer weiteren Möglichkeiten ausforscht. Das Modell erfüllt hier nur den Zweck einer Theorie, die es erlaubt, Einzelphänomene ableitbar und durch Einordnung in einen größeren Zusammenhang sowie durch Klassifizierung übersehbar zu machen. Auf der *zweiten* abstrakteren *Stufe* wird dann die Struktur der in mathematischen Modellen abgebildeten Übertragungssysteme zum Zwecke der wechselseitigen Ersetzbarkeit von Übertragungssystemen überprüft. Wenn man beispielsweise zwischen einem technischen und einem natürlichen Übertragungssystem Isomorphie oder Homomorphie – also vollständig oder teilweise strukturelle Übereinstimmung – feststellt, dann wird, was das natürliche Übertragungssystem leistet, auch das technische vollständig oder teilweise hervorbringen. Nur weil die Schaltalgebra ebenso wie die Aussagenlogik strukturell einem BOOLEschen Verband entspricht, lassen sich gewisse logische Operationen einem technischen Gerät übertragen. Auf der *dritten Stufe* schließlich wird man, von gegebenen Übertragungssystemen ausgehend, durch Kombination, Variation usw. nach mannigfaltigen Gesichtspunkten andere Übertragungssysteme frei konstruieren, um dann zu untersuchen, wie man sie praktisch anwenden kann. Diese drei Stufen fortschreitender Abstraktion und Theoretisierung finden wir heute in zahl-

reichen neu entstandenen wissenschaftlichen Gebieten, wie zum Beispiel in der *Schaltkreis-* und *Automatentheorie*, der *Regelungstheorie*, der *Theorie der Spiele*, der *Theorie der adaptiven Systeme*, der *Neuronenmodelle*, der *Sprachstrukturen*, der *Informationstheorie* usw.

Unter Kybernetik ist also jene äußerst abstrakte Betrachtungsweise der Technik zu verstehen, die auf die Einführung allgemeiner Grundbegriffe und Methoden, auf die Erarbeitung von mathematischen Modellen und die Untersuchung von deren Strukturen abzielt. Sie hat sich als äußerst fruchtbar erwiesen und bietet dem entfesselten Erfindergeist reiche Hilfsquellen sowie unentbehrliche Orientierungsmittel in seinem Drange, den Umkreis möglicher technischer Zwecke und Realisierungen zu erweitern.

### 3. Die Gesellschaft im technischen Zeitalter

Die so ganz und gar theorisierte Technik, in der Barockzeit zum erstenmal entworfen und später verwirklicht, ist nun als solche, nämlich als theoretisierte, vor allem durch die entschiedene Betonung von *Fortschritt* und *Exaktheit* bestimmt. Durch Fortschritt, sofern ihre Theoretisierung gerade dazu dienen soll, sich vom unmittelbar Konkreten, dem gegebenen Zweck, der gegebenen Aufgabe, dem gegebenen Mittel (Maschine) loszulösen und damit den Spielraum technischer Möglichkeiten systematisch zu erforschen (wobei dies im Sinne von Kapitel VIII sowohl Fortschritt I wie II sein kann); durch Exaktheit, sofern dieser Zweck mittels mathematischer Modelle, schematisierter Übertragungssysteme usw. erreicht werden soll. Die Technik wird damit teilweise durchaus eine Art *l'art pour l'art-Spiel*. So entstehen nicht

nur neue Mittel zur Erreichung alter Zwecke, sondern es entstehen auch zahllose neue Zwecke und Bedürfnisse. Eine Lawine des Fortschritts rollt, und wenn es irgendwo eine permanente Revolution gibt, so ganz sicher auf technischem Gebiet. Ich wiederhole: Vieles, nicht unmittelbar Technisches wirkt heute wie einst daran mit (zum Beispiel Politik und Wirtschaft); allein die beschriebene technische Grundeinstellung gehört zu dem eigentlich Neuen unseres Zeitalters. Sie prägt nun weitgehend auch die Formen der technisierten Gesellschaft.

Zunächst ist es ja eine Wesenseigentümlichkeit moderner industrieller Prozesse und damit eines großen Teils der modernen Arbeitswelt, eine exakte Form zu haben. Diese Form war dort früher gänzlich unbekannt. Erst durch MAUDSLAYS Erfindung des Drehbanksupports konnten Metallteile wie Kurbeln, Wellen, Ventile usw. in sie gebracht werden. Vorher – man ermesse die historische Wandlung – gab es, wie NASMYTH berichtet, „keinerlei System über das Verhältnis der Zahl der Gänge zum Durchmesser einer Schraube“.<sup>4</sup> Jede Schraubspindel und

<sup>4</sup> Weiter heißt es bei NASMYTH: Die Schraubenspindeln „besaßen und gestatteten auch keinerlei Gemeinsamkeit mit ihren Nachbarn. So weit war diese Praktik geführt worden, daß alle Spindeln und die entsprechenden Muttern als zueinander gehörig besonders bezeichnet werden mußten. Irgendeine Verwechslung, die bei ihnen vorkam, führte zu endlosem Verdruß und Zeitaufwand sowie zu fruchtloser Verwirrung, besonders wenn Teile zusammengesetzter Maschinen als Reparaturstücke verwandt werden mußten . . . In seinem (MAUDSLAYS, K. H.) System der Schraubenschneidmaschinen und in seinen Gewindebohrern und Prägestöcken sowie Schraubengeräten im allgemeinen gab er in der Tat ein Beispiel und die Grundlage für alles, was seitdem in diesem wesentlichen Zweig des Maschinenbaues geschaffen worden ist . . . Herr MAUDSLAY fand Vergnügen daran, mir das richtige System und die passende Methode der Behandlung aller Arten von Werkstoffen zu zeigen, die in der mechanischen Technik angewandt werden“ (zitiert nach F. KLEMM: Technik. Eine Geschichte ihrer Probleme, Freiburg/München 1954, S. 289 f).

jede Mutter war so eine Besonderheit für sich. Die Systematik, Ordnung und das Regelsystem, das MAUDSLAY in die Produktionsstätten brachte, nannte daher NASMYTH „die wahre Philosophie des Konstruierens“.<sup>5</sup> Es war genau diese Exaktheit (Schalthebel, Knopfdruck, Fließband), die eine Massenproduktion und einen Massenkonsum herbeiführte. Denn das Exakte ermöglicht die einfache und schnell wiederholbare Handhabung eindeutiger Elemente (Operanden) nach strengen Regeln und Gesetzen (Operatoren). Ja, man kann sagen, daß das Exakte hauptsächlich darin besteht. Dies zeigt sich vor allem an seiner idealen Gestalt, nämlich an Kalkülen aller Art; sie dienen nicht unmittelbar der Wahrheit und Einsicht, sondern dem schematischen Operieren mit gewissem Grundgestalten (Figuren, Zeichen usw.). Nicht ein Inhalt, sondern immer nur eine Form kann exakt sein, kann schematische Operationen ermöglichen. Mit ihnen wird ein Höchstmaß an Intersubjektivität erreicht, da sie wegen ihrer Eindeutigkeit und Strenge grundsätzlich von allen in gleicher Weise nachvollzogen und durchschaut werden können. Eben deswegen aber gibt sich ein schematisches Operieren als etwas Rationales zu erkennen. So ist eine Gesellschaft, für die Massenproduktion und Massenkonsum bestimmend sind, eine weitgehend rationalisierte, eine ständig zur „Rationalität“, wie unklar auch immer dieser Begriff für die meisten sein mag, geneigte Gesellschaft. Und nicht zuletzt hier liegen die Wurzeln der fortschreitenden „Enttabuisierung“ und „Entmythologisierung“, die wir heute allenthalben beobachten.

---

<sup>5</sup> Bemerkenswert ist auch folgender Satz NASMYTHS: „Er (MAUDSLAY, K. H.) liebte diese Art Arbeit weit mehr um ihrer selbst willen als wegen ihrer materiellen Erträgnisse“ (zitiert nach KLEMM; a. a. O. S. 291).

Kein Zweifel, daß, neben der Idee der Exaktheit, die der modernen Technik so wesenseigene Idee des Fortschritts unsere Gesellschaft beherrscht. (Daß insbesondere über die letztere keine Klarheit herrscht, ja sogar falsche Vorstellungen von ihr verbreitet sind, weswegen sie im Kapitel VIII eingehender untersucht wurde, steht auf einem anderen Blatt.) Man kann zwar sagen, diese Idee sei schon eine Frucht der Aufklärung gewesen. Aber auch für die Aufklärung trat doch die Rationalisierung der Welt, die sie als Endzweck anstrebte, zuerst auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Technik hervor. Daran hat sich nichts geändert; noch heute wird hauptsächlich von ihnen die Fortschrittsidee, wie vage sie auch immer im allgemeinen Bewußtsein erfaßt sein mag, beständig genährt und am Leben erhalten. Und wie man die sehr bestimmte technische Rationalität zu einer unbestimmten erweitert, so auch den wissenschaftlichen Fortschritt zu einem allgemeinen, der fast alles betreffen soll. Gegen Rationalität oder gegen den Fortschritt sein zu wollen, ist heute für die meisten ebenso, als ob jemand einst gegen die göttliche Weltordnung protestiert hätte. So bezieht die gegenwärtige menschliche Gesellschaft, als industrialisierte, weitgehend ihr Selbstverständnis aus genuin technisch-wissenschaftlichen Formen und Ideen.

#### *4. Die Technik im Für und Wider*

Ein Teil der Philosophen begrüßt das, ein anderer verwirft es. Für diejenigen, die es begrüßen, ist die Technisierung vor allem die Grundlage einer sich weithin ausbreitenden Freiheit. Technischer Fortschritt befreit von den Zwängen der Überlieferung; Massenkonsum und Massenproduktion erlösen von materieller Not; Intersubjek-

tivität der Arbeit, sowie exakte Normierung ihrer Produkte tragen zur Aufhebung gesellschaftlicher Unterschiede bei; Rationalität schließt scheinbar das Undurchschaubare aus. Es liegt also nahe, die heute teils geforderten, teils erlangten politischen Freiheiten, den Kampf gegen Tabus aller Art sowie die moderne Demokratie mit der Technik in Zusammenhang zu bringen (WENDT<sup>6</sup>, FINK<sup>7</sup>). Manche sehen daher in der technisierten Welt geradezu das „Reich des autonomen Menschen“<sup>8</sup>, hoffen in ihr auf die Verwirklichung übergeordneter Werte in nie gekanntem Ausmaß und knüpfen damit an ältere Vorstellungen vom „regnum hominis“<sup>9</sup> an.

Im Fortschritt sieht man die „Emanzipation von der pflanzlichen und tierischen Verhaftung des Menschen“ und damit die Mittelbeschaffung „zu allem Geistigen“<sup>10</sup>; höhere Aufgaben ließen sich nur in jener Unabhängigkeit und Muße bewältigen, wie sie die Technik vermittele. Auch ermögliche sie einen immer schnelleren Informationsfluß, wodurch die Bildung verbreitet werde und die Menschen einander besser verstehen und kennen lernten. Eine allgemeine Humanisierung, selbst der Natur<sup>11</sup>, sei mit der Technik Hand in Hand gegangen.

Gegen diese optimistische Beurteilung der Technik wird angeführt: Die mit der Grundhaltung der Technik zu-

---

<sup>6</sup> U. WENDT: Die Technik als Kulturmacht in sozialer und geistiger Beziehung, Berlin 1906.

<sup>7</sup> E. FINK: Technische Bildung als Selbsterkenntnis, in: VDI-Zeitschrift, Bd. 104 (1962) S. 678 f.

<sup>8</sup> G. FOERSTER: Machtwille und Maschinenwelt, Potsdam 1930.

<sup>9</sup> F. BACON: Novum Organum (1620). Works, London 1857 ff., Bd. I (Faks.-Neudruck Stuttgart-Bad Cannstatt 1963).

<sup>10</sup> F. DESSAUER: Streit um die Technik, Frankfurt a. M. 1956, S. 216 f.

<sup>11</sup> K. MARX: Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie, Berlin 1953.

sammenhängende Neuerungssucht und allgemeine Lösung von jeder Überlieferung, der schnelle und stete Wandel der materiellen Umwelt infolge des technischen Fortschritts versetzten den Menschen in eine wurzellose Unruhe, in der er seine Besinnlichkeit und Orientierung verliere. Dieser Fortschritt bestehe nur in einem Höchstmaß an Aktion bei einem Minimum an Warum und Wofür.<sup>12</sup> Eine der Technik verpflichtete geistige Einstellung, deren Ideal das Exakte und damit das bloß Formale ist, lasse eine verbindliche Wertordnung, nach der der Mensch sich richten könne, nicht zu. Wo das Spiel mit eindeutigen Formen nach strengen Regeln, wo die Wenn-Dann-Beziehung im Vordergrund steht und nicht der Inhalt, das Gewicht, die Bedeutung der Ausgangsbedingungen oder Ergebnisse, da ließen sich allgemeine und verpflichtende Werte nicht begründen. Die Technik sei als solche wertfrei (LITT<sup>13</sup>, SPRANGER<sup>14</sup>) und eben deswegen so leicht zu mißbrauchen. Da ihr Kern Rationalität ist (FISCHER<sup>15</sup>), bleibe ihr alles beherrschender, auf das Machbare gerichteter Geist einseitig und vor allem ohne Beziehung zu Kunst und Religion. Auch habe der neue Wohlstand den Menschen in Wahrheit nicht Muße und Unabhängigkeit gebracht. Dem Kraft- und Zeitgewinn auf der einen Seite stünden nämlich auf der anderen der ungeheure Kraftaufwand einer gigantischen Industrie und der ständige Zeitmangel einer durch Hast und Schnellebigkeit bestimmten Arbeitswelt gegenüber (JÜNGER<sup>16</sup>); an die Stelle materieller Not träten die Zwän-

---

<sup>12</sup> E. JÜNGER: *Der Arbeiter*, Hamburg 1932.

<sup>13</sup> TH. LITT: *Naturwissenschaft und Menschenbildung*, Heidelberg 21954.

<sup>14</sup> E. SPRANGER: *Lebensformen*, Halle 31922.

<sup>15</sup> H. FISCHER: *Theorie und Kultur*, Stuttgart 1958.

<sup>16</sup> F. G. JÜNGER: *Die Perfektion der Technik*, Frankfurt a. M. 21949.

ge immer neuer Bedürfnisse, die, da die Not verschwunden ist, nicht minder drückend als diese empfunden würden. Die von der Intersubjektivität technischer Arbeit und der Normierung der Bedürfnisse und Produkte geformte Gleichheit werde zur Gleichgültigkeit, der Mensch fühle sich als Nummer, hinter der seine Individualität verschwinde und seine Gemütskräfte verödeten. Die Freiheit bezahle er damit, daß er „entpersönlicht“ werde<sup>17</sup> und in der Masse verschwinde. In hochtechnisierten Staaten schlage die Freiheit daher eher in die Tyrannei der Massen, demagogischer Führer oder seelenloser Technokraten und Bürokraten um. Gerade die Technik ermögliche eine totale Kontrolle durch den Staat und die Bedrohung der Menschheit durch Vernichtungswaffen ungeheuren Ausmaßes. Der schnellere Informationsfluß fördere zwar die Bildung, aber es sei die Bildung der Gleichschaltung und einer einförmig und armselig gewordenen Welt. Eine tief in die Natur eingreifende und sie zum totalen Werkzeug umformende Technik (SPENGLER<sup>18</sup>, SCHELER<sup>19</sup>, HEIDEGGER<sup>20</sup>) führe nicht nur zu einer Zerstörung des natürlichen Gleichgewichtes und Haushaltes mit unübersehbaren Folgen, sondern beraube auch die Natur ihrer Symbolkraft, nämlich Gleichnis einer göttlichen Ordnung sein zu können. Eine durch die moderne Technik „humanisierte“ Natur sei daher in Wahrheit nur der Ausdruck des Inhumanen, das dieser Technik anhafte.

---

<sup>17</sup> E. VON MAYER: Technik und Kultur, Berlin 1906 (Kulturprobleme der Gegenwart, Bd. 3).

<sup>18</sup> O. SPENGLER: Der Mensch und die Technik, München 1931.

<sup>19</sup> M. SCHELER: Probleme einer Soziologie des Wissens, Ges. Werke, Bd. 8, Bern-München 1960.

<sup>20</sup> M. HEIDEGGER: Die Frage nach der Technik, in: Reden und Aufsätze, Pfullingen 1954.

Zunächst ist festzustellen, daß sowohl die Befürworter wie die Kritiker der Technik in der Tat von deren freilich nicht immer klar begriffenen Grundideen ausgehen: Exaktheit, Rationalität und Fortschritt. Nur die Schlüsse, die sie aus der Wirksamkeit dieser Ideen ziehen, sind verschieden. Während die Überbetonung von Exaktheit, Rationalität und Fortschritt nach Ansicht der Freunde der Technik vor allem die Befreiung des Menschen von Zwängen aller Art und schließlich ein „Reich der Freiheit“ herbeiführen werde – so kann man ihre Auffassung zusammenfassen –, sehen die Kritiker darin im Gegenteil die Heraufkunft neuer Zwänge und endlich eine von Despotien beherrschte, vor allem aber sinnentleerte Welt. Dieser Zwiespalt in der Beurteilung der Technik weist indessen nur darauf hin, daß beide Seiten etwas Wahres gesehen haben.

Den Kritikern wird man zusammenfassend darin zustimmen können, daß es schwärmerisch ist, „Geist“, „Bildung“, „Humanität“ usw. durch vage Verwendung dieser Begriffe mit der Technik in Verbindung zu bringen, und daß es ferner unlogisch ist, die endgültige Verwirklichung überlieferter Werte ausgerechnet von der Technik zu erwarten, die doch gerade daran mitgewirkt hat, diese Werte weitgehend umzudeuten oder gar zu zerstören. Auf der anderen Seite ist es aber unwirksam, der Technik nur die Zerstörung überlieferter Humanität dogmatisch vorzuhalten und sich ihr trotzig entgegenzustemmen. Diese überkommene Humanität ist auch nicht so selbstverständlich, wie es manchem scheint. (Wäre es anders, so wäre ihr wohl kaum dieses Schicksal widerfahren.) Im übrigen ist aber die wohltätige Wirkung der Technik in vielem so unbestreitbar, daß es einfach absurd ist, sie leugnen zu wollen.

Billigt man nun beiden Seiten – den Befürwortern wie

den Kritikern der Technik – zu, in gewisser Weise recht und unrecht zu haben, so darf einen dies jedoch nicht zu dem Schluß verführen, es müsse durch eine entsprechende Handhabung der Technik möglich sein, deren Kritiker zu beschwichtigen. Wie oft wurde gesagt, die Technik sei an sich weder gut noch böse, sondern es komme nur darauf an, den rechten Gebrauch von ihr zu machen! Aber diese Hoffnung trügt. Die Technik wird niemals aufhören können, auch – ich sage *auch* – ein Ärgernis zu sein, sofern sie nämlich hauptsächlich auf Rationalität, Exaktheit und Fortschritt basiert und dadurch notwendigerweise allgemeine Verhaltensweisen hervorruft, die nicht oder nur schwer mit gewissen überlieferten und tief in unserer Kultur verwurzelten Wertvorstellungen in Übereinstimmung zu bringen sind. Hierzu gehört gewiß auch der Verlust des Numinosen und der Bedeutungsverlust der Kunst.

### *5. Technik und Zukunftsforschung*

Die Kritiker erhalten indessen heute neue Nahrung durch die düsteren Prophezeiungen der in letzter Zeit sich rasch ausbreitenden Zukunftsforschung.<sup>21</sup>

Diese Forschung ist eine Folge moderner Technik und besteht vornehmlich in technischer Vorausschau (Technological Forecasting). Wie gezeigt, ist ja die Technik heute wesentlich zukunftsorientiert, das Alte bedeutet ihr, im Gegensatz zu früheren Weltauffassungen, nichts, das Neue und die Veränderung alles; der Erfindergeist lebt sich in ihr aus. Zukunftsforschung wird daher von

---

<sup>21</sup> Hierzu K. HÜBNER: Philosophische Fragen der Zukunftsforschung, in: *Studium Generale* 24 (1971).

dem Augenblick an betrieben, wo die Auswirkungen dieser Dynamik nicht mehr unmittelbar übersehbar sind. Der Mensch beginnt dem Hexenmeister zu gleichen, der die Geister nicht mehr bannen kann, die er rief. Diesem Punkt nun scheint die Entwicklung mit beängstigender Beschleunigung entgegenzutreiben. Man befürchtet in absehbarer Zeit eine allgemeine Verschmutzung und Vergiftung der Luft, des Wassers und der Nahrung sowie ein maßloses Anwachsen der heute schon gigantischen Menschenmassen. Damit würde jede Produktion, und sei sie noch so groß, teils hinter den Bedürfnissen hoffnungslos zurückbleiben, teils sich selbst aufheben. Ein Zurück von der Technik scheint unmöglich, will man nicht die Welt ins Elend stürzen; fährt man aber in der bisherigen Weise fort, so wird, wie man glaubt, früher oder später eine Katastrophe dennoch eintreten.

Offenbar hängt alles davon ab, ob das Kommende und die Wirkungen der daraufhin getroffenen Vorsorge richtig vorausgesagt werden können. Die Zukunftsforschung hat zu diesem Zwecke verschiedene Methoden entwickelt, wie die *Trendextrapolation* (womit man versucht, den künftigen Verlauf eines Trends aus seinen Ausgangsbedingungen zu bestimmen), das *Relevanz-Baum-Verfahren* (mit dem man auf Grund quantitativer Bewertung der Bedeutung jedes Teils eines Zielsetzungssystems künftig Schwerpunkte voraussagen möchte), die *Delphi-Methode* (die auf der Auswertung von Prognosen kompetenter Fachleute nach einem *Konvergenzverfahren* beruht) und die *morphologische Methode* (mit der man die günstigsten Lösungen eines technischen Problems zu ermitteln sucht), um nur die wichtigsten zu nennen. Alle diese Methoden haben jedoch die Schwäche, mehr oder weniger ad hoc entworfen und theoretisch unbefriedigend zu sein.

Eine Theorie der Zukunftsforschung müßte sich auf eine Theorie historischer Prozesse gründen. Setzt doch die Absicht dieser Forschung, nämlich historische Prozesse vorherzusagen, voraus, daß man einen Begriff davon hat, in welcher Form diese überhaupt verlaufen und welche Struktur sie besitzen. Je gleichgültiger also scheinbar eine ganz auf das Mögliche, Zukünftige gerichtete Technik und eine durch sie geistig wie materiell tiefgreifend geprägte Welt gegenüber der Vergangenheit ist, desto unabweisbarer wird gerade die Rückbesinnung auf das Geschichtliche.

#### *6. Die Technik im Lichte der Theorie historischer Systemmengen und die Leidenschaft zum Wandel*

Es wird daher zu fragen sein, was die Geschichte der Technik in diesem Zusammenhang lehrt und welche Strukturen ihre Prozesse aufweisen. Auf Grund der eingangs angestellten Betrachtungen ergibt sich zunächst, daß die Technik nicht eine allgemeine menschliche Bedürfnislage immer besser und schneller zu befriedigen gestattet, sondern daß sich im Gegenteil die Bedürfnisse, die ihr jeweils zugrunde liegen, geschichtlich gewandelt haben. Die Absicht, die Wissenschaft technisch und die Technik wissenschaftlich (theoriebestimmt) zu machen sowie die Welt nach dem Gesichtspunkt der Rationalität umfassend zu verändern, ist der früheren, vor allem durch das Handwerk und die Überlieferung bestimmten, in den festen Grenzen von Staat, Kultus usw. gebundenen Technik vollständig fremd. Wie ich noch zeigen werde, ist diese Absicht nun weder durch eine immer gültige Vernunft notwendig gegeben noch durch empirische Zwänge hervorgerufen. Sie ist vielmehr ein historisch-kontingentes

Phänomen, wie das Auftreten des Christentums und das Aufkommen der exakten Naturwissenschaften. Technische Bedürfnisse sind, von Trivialem abgesehen, so veränderlich wie alle anderen Erscheinungen der Kultur. Deswegen kann auch die Geschichtsschreibung der Technik nicht aus dem Zusammenhang mit derjenigen der anderen Kulturbereiche (wie Politik, Kunst, Wirtschaft usw.) gelöst werden.

Der größte Teil der Philosophen, die sich mit der Technik befaßt haben, hat deren geschichtliche Verfassung verkannt. So scheint beispielsweise MARX geglaubt zu haben, daß die Technik seit jeher eine innere Selbstentfaltung durchmachte, deren markante Stationen von sozialen Umwälzungen begleitet wurden. Wird doch nach seiner Auffassung die Weltgeschichte durch den immer wieder auftretenden Widerspruch zwischen sich ständig erweiternden und irgendwie neu aufkommenden Produktivkräften einerseits und hinter ihnen herhinkenden und sie hemmenden gesellschaftlichen Ordnungen andererseits vorangetrieben. Die Einführung des Webstuhles hält er für die Ursache der mittelalterlich-feudalen, diejenige der Dampfmaschine für die Ursache der bürgerlichen Gesellschaft. Die Technik entfaltet sich in dieser Sicht zu jeder Zeit autonom, durch andere Faktoren höchstens gehemmt oder gefördert. Alles andere passe sich ihr, wenn auch nicht kampflos, früher oder später an.<sup>22</sup> – Eine ebenso ungeschichtliche Auffassung von der Technik vertritt FRIEDRICH DESSAUER. Für ihn ist der Mensch wenigstens latent immer ein „homo faber“, ein „investigator“ und „inventor“ und damit ein „Techniker“.<sup>23</sup> Hierzu

---

<sup>22</sup> K. MARX: Die Deutsche Ideologie, Marx-Engels Werke, Bd. 3, Berlin 1969.

<sup>23</sup> F. DESSAUER: a. a. O. S. 140–142.

trieb ihn die Not sowohl wie das Verlangen nach Luxus, Gewinn, Macht oder Vergeistigung. Deswegen mache er sich Feuer, baue er Häuser, treibe er Ackerbau, schmiede er Waffen, lege er Straßen und Dämme an. Durch Jahrtausende mit solchen Aufgaben beschäftigt, habe er sich darin mehr und mehr Übung erworben, habe er immer mehr Entdeckungen gemacht, die schließlich wie eine Lawine anschwellen und heute die ganze Welt in eine technische verwandelt. Während also nach DESSAUER die Technik immer mehr menschliche Urbedürfnisse befriedigt, folgen nach MARX die Bedürfnisse immer mehr den Zwängen einer sich von selbst ausweitenden Technik. Das Selbstverständnis der Technik wird aber in beiden Fällen als unveränderlich und insofern als ungeschichtlich angesehen. In dieser Hinsicht ähnlich dachten KAPP<sup>24</sup>, DU BOIS-REYMOND<sup>25</sup>, MACH<sup>26</sup>, SPENGLER<sup>27</sup>, DIESEL<sup>28</sup> und viele andere.

Zu den Denkern, welche die Geschichtlichkeit der Technik hervorgehoben haben, gehören ORTEGA Y GASSET<sup>29</sup> und HEIDEGGER<sup>30</sup>. ORTEGA unterscheidet die Technik des Handwerkers früherer Zeiten, in welchen der Brauch und nicht der Drang nach Neuem herrschte, von der neuzeitlichen Technik, der es um ein All unbegrenzter Tätigkeiten und weniger um Bestimmtes gehe. Die Technik habe zwar immer das Wohlbefinden gewollt, allein worin

---

<sup>24</sup> E. KAPP: Grundlinien einer Philosophie der Technik, Braunschweig 1877.

<sup>25</sup> A. DU BOIS-REYMOND: Erfindung und Erfinder, Berlin 1906.

<sup>26</sup> E. MACH: Kultur und Mechanik, Stuttgart 1915.

<sup>27</sup> O. SPENGLER: Der Mensch und die Technik, München 1931.

<sup>28</sup> E. DIESEL: Das Phänomen der Technik, Berlin–Leipzig 1939.

<sup>29</sup> J. ORTEGA Y GASSET: Betrachtungen über die Technik, Stuttgart 1949.

<sup>30</sup> M. HEIDEGGER: Die Frage nach der Technik, in: Reden und Aufsätze, Pfullingen 1954.



also offensichtlich andere abgeleitet. Man kann daher sagen, daß die Struktur der modernen Technik in ein mehr oder weniger strenges System eingeordnet, daß sie durch ein entsprechendes System beschrieben werden kann. Ähnliches ließe sich mit jeder anderen der geschichtlichen Epochen der Technik versuchen, wenn sie überhaupt auf einheitliche Grundzwecke zurückgeführt werden soll. *Das bedeutet, daß man die Geschichte der Technik als eine Geschichte von Systemen deuten kann und zwar im Sinne von Kapitel VIII als Geschichte von deren Explikationen und Mutationen.* Die Entwicklung der modernen Technik beispielsweise läßt sich als Explikation eines Systems betrachten, dessen Grundzwecke, wie gesagt, Rationalität, Exaktheit, Fortschritt sind. Als Systemmutation hingegen wäre der revolutionäre Übergang von der mittelalterlichen zur neuzeitlichen Technik anzusehen. Dieser Übergang erfolgt ja so, daß das neue System nicht unmittelbar aus dem alten ableitbar war, sondern neue Grundzwecke enthielt.

Da nun Systemmutationen und Systemexplikationen Strukturen geschichtlicher Prozesse sind, so wird Zukunftsforschung genau darin bestehen müssen, solche Explikationen und Mutationen vorherzusagen. Sie muß damit Zukünftiges aus gegenwärtigen Bezugssystemen nach Prinzipien herleiten (zum Beispiel aus demjenigen der Technik oder ihrer zahllosen Subsysteme). Die unüberwindliche Schwierigkeit besteht jedoch darin, daß hierbei einerseits die Dauer des Bezugssystems vorausgesetzt werden muß, während andererseits eine Voraussage für dieses nicht möglich ist. Die Dauer wäre, wenn überhaupt, nur dann verbürgt, wenn die Grundlagen des betreffenden Systems für alle notwendig gültig, absolut evident oder ähnliches wären. Gerade dies ist aber in wissenschaftlicher Sicht bei geschichtlichen Systemen und

daher auch bei demjenigen der modernen Technik oder ihren Subsystemen nicht der Fall. Warum nicht? Deswegen, weil es, wie bereits mehrfach ausgeführt, keine notwendigen Inhalte einer ewigen Vernunft gibt, auf die sich diese Grundlagen stützen könnten und weil sie ebensowenig auf zwingende Erfahrungen zurückgeführt werden können. (Vgl. Kapitel IV und VIII.)

Machen wir uns das für den vorliegenden Zusammenhang deutlicher. Welche Erfahrung sollte uns zwingen, Technik nach Art der modernen Technik zu betreiben? Etwa die Erfahrung, daß sie unsere Vorstellungen von einem besseren, bequemeren, schöneren, angenehmeren, in jedem Fall wünschenswerteren Leben besser verwirklichen kann? Wer das bejaht, setzt voraus, daß die Vorstellungen von einem wünschenswerten Leben anthropologisch sind, also ableitbar aus einem unveränderlichen Wesen des Menschen und daß, solche ewigen Zwecke gesetzt, die Erfahrung die notwendigen Mittel dazu bereitzustellen gestattet. Allein die Vorstellungen davon, was ein wünschenswertes Leben ist, werden vom Historiker selbst als geschichtlich betrachtet, und überdies fragt zum Beispiel die moderne Technik auch gar nicht einmal danach: Sie selbst setzt Zwecke, wie wir gesehen haben, ob wir sie nun alle für wünschenswert halten oder nicht. – Die Geschichtlichkeit solcher Zwecke zeigt aber ebenfalls, daß sie durch keine absolute und notwendige Zwecke setzende Vernunft hervorgebracht wurden. Im übrigen ist die Vernunft auch keineswegs immer mit Exaktheit und Fortschritt in Verbindung gebracht worden. Selbst dann jedoch, wenn man dies außer acht läßt, und wenn man vor allem die Rationalität in der modernen Technik hervorhebt, kann man nicht behaupten, daß die Technik wegen dieser ihrer Rationalität von der Vernunft notwendig gewollt werden muß. Ihre Rationalität ist an sich etwas

Formales, wie das l'art pour l'art des systematischen Erfindens, wie die schematischen Operationen industrieller Prozesse, wie die auf bloße Strukturen zielende Kybernetik als eine Art Grundwissenschaft der Technik zeigen. Und das eigentlich Neue der heutigen Technik besteht, wie aus der vorangegangenen Analyse hervorgeht, vor allem in der Neigung, dieses Formale in den *Vordergrund* zu stellen, womit es schließlich über alle Inhalte triumphiert, die ihm gegenüber im Gegensatz zu früher von zweitrangiger Bedeutung werden. Eine solche *Verabsolutierung des Rationalen* folgt aber *nicht unmittelbar* aus dem Rationalen selbst, weil sie aus einer Forderung *an das* Rationale hervorgeht. Sie kann ihrerseits höchstens *mittelbar* rational begründet werden, nämlich dadurch, daß man dabei wieder von irgendwelchen *Gegebenheiten*, die als solche selbst nicht rational sein können, seinen Ausgang nimmt. Da diese Gegebenheiten aber, wie schon gezeigt, auch keine „absolute Erfahrung“ darstellen, so können sie wieder nur geschichtlich sein. So kann die Technik auch insofern, als sie *hauptsächlich* auf Rationalität, Exaktheit und Fortschritt wie auf einen Selbstzweck abzielt, nur eine geschichtliche Wurzel haben und nicht absolut aus der Vernunft, verstanden als Rationalität, entspringen.

Wenn ich vorhin sagte, die Rückwendung auf die Geschichte werde um so dringender, je gleichgültiger die Technik und die durch sie bestimmte Welt in ihrer fast totalen Einstellung auf das Zukünftige und Mögliche gegenüber der Vergangenheit sind, so gewinnt nun diese Rückwendung eine noch allgemeinere und tiefere Bedeutung. Denn bezog ich mich mit der soeben wiederholten Bemerkung mehr auf die besonderen Zukunftssorgen, die uns aus der rasanten technischen Entwicklung erwachsen, so zeigt sich nun, daß das Geschichtliche der

Technik auch und gerade deswegen immer offener wird, *weil* sie geradezu Gegenstand gewordene Rationalität ist. Denn diese entfesselte Rationalität als Gleichgültigkeit gegenüber den Inhalten ist notwendigerweise die Leidenschaft zum Wandel, zur permanenten technischen Revolution, zum Ausprobieren von Möglichkeiten und damit zur ständigen Aufhebung jener Bezugssysteme, auf die sich alle Erwartung und Berechnung in der Selbstbewältigung der Technik beziehen könnten. In dieser Leidenschaft enthüllt sich am Ende ein Wille, der sich an seiner eigenen Geschichtlichkeit geradezu verzehrt. Die Einstellung auf Rationalität, die immer am Werke war, wenn man Systeme zu harmonisieren versuchte, eben weil auch dies zunächst etwas Formales ist, beschränkte sich früher weitgehend auf jene Übergangszeiten, in denen das geschah. Dabei wurde sie weniger eigens zum Gegenstande gemacht, sondern eher bloß als ein Mittel benutzt; nach wie vor ging es ja vor allem um die sub specie aeternitatis betrachteten Inhalte. Erst im Zeitalter der Technik und vor allem in ihrem eigenen Bereich wird die Einstellung auf das Rationale beinahe Selbstzweck, auf jeden Fall eine Grundeinstellung. An feste Inhalte glaubt niemand mehr so recht, wohl aber an „Modelle“. Im Grunde betrachtet man alles nur noch als „Modell“ – ein Lieblingswort unserer Zeit und durchaus der Technik entnommen! – nur nicht als etwas Endgültiges. Je mehr sich also die Technik in ihrer Rationalität und ihrem Formalismus auslebt, desto unübersichtlicher, desto unberechenbarer wird sie am Ende, desto schwieriger wird es, ihren weiteren Verlauf durch wissenschaftliche Vorausschau zu bewältigen.

Ich fasse zusammen: Im Lichte einer geschichtlichen Betrachtung der Technik erweist sich die Kybernetik als moderne Technik par excellence: nämlich als aufs äußer-

ste theoretisierte und damit auf das Universum praktischer Möglichkeiten überhaupt gerichtete Technik; als total rationalisierte, total auf Zukunft, Fortschritt und Wandel ausgerichtete Technik. Hieraus ergeben sich grundlegende Erscheinungen und Verhaltensweisen einer industrialisierten Gesellschaft mit all ihrem Für und Wider. Aber sofern diese Gesellschaft vornehmlich auf das Mögliche und das Zukünftige gerichtet ist – ganz anders als frühere Gesellschaftsformen, die dem „Sein in seiner ewigen Gegenwart“ und der Vergangenheit als Überlieferung, als Herkunft verpflichtet waren, wovon im letzten Kapitel ausführlich gesprochen werden soll –, tritt auch die Sorge um die Zukunft immer mehr in den Vordergrund. Technisch, wie unsere Welt ist, will sie auch die Zukunft technisch in den Griff bekommen. Das vermag sie jedoch nur, indem sie sich der Struktur geschichtlicher Prozesse zuwendet und sofern sie die Technik selbst als geschichtlichen Prozeß begreift. Beinahe verloren in die Zukunft, werden wir nachdrücklich an die Geschichte erinnert. Aber eben dadurch enthüllen sich uns die nicht-rationalen Bedingungen unserer scheinbar absoluten Rationalität. Wir sehen, daß wir um so tiefer in unsere Geschichtlichkeit verstrickt sind, je mehr wir uns dieser Rationalität überlassen. Unsere Fähigkeit, die Zukunft zu meistern, wird um so fragwürdiger, je technisierter die Welt geworden ist.

Was ich hier versuchte, war eine Analyse, eine Diagnose der technischen Welt, wenn man so will, und ich scheue mich nicht hinzuzufügen – eine Wesensbestimmung der modernen Technik. Mit einem zu Recht immer wieder kritisierten Essentialismus hat dies nichts zu tun, weil sich diese Wesensbestimmung auf ein begrenztes historisches Phänomen bezieht. (So ist es ja auch ein Unterschied, ob ich frage, was sind Primzahlen oder ob ich frage,

was sind Zahlen überhaupt?) Eine Analyse, Diagnose und Wesensbestimmung der Technik hat u. a. den Zweck, zunächst die Situation in ihren Ursprüngen klar zu sehen, in der wir uns befinden. Die durchaus bange Frage, was darin zu tun sei, die uns heute so sehr bewegt, blieb dabei unbeantwortet. Aber wie können wir sie überhaupt befriedigend beantworten, wenn wir nicht vorher genau wissen, welches die Grundlagen unserer Situation sind? Ich glaube, daß diejenigen, die heute nach der Veränderung der Verhältnisse rufen und mehr oder weniger brauchbare Vorstellungen dafür entwickeln, wie und auf welche Ziele hin dies zu geschehen habe, bei aller Berechtigung ihrer Bemühungen doch nur mit Palliativen beschäftigt sind. Ob Kapitalismus oder Sozialismus, ob diese oder jene gesellschaftlichen Verhältnisse, ob diese oder jene technische, ökonomische, soziale Planung – dies alles ist, politisch betrachtet, sehr wichtig; es ist aber, *philosophisch* gesehen, nicht das *Grundproblem*. Das Grundproblem ist das überall gleiche, im Osten wie im Westen wirksame Selbstverständnis des modernen Menschen: seine technisch-wissenschaftliche Intentionalität und damit seine überbetonte, beinahe zum Selbstzweck gewordene Rationalität. Hierin liegt seine eigentliche Größe und hierin liegt auch seine eigentliche Schwäche.

### *Exkurs über Theorien rationaler Entscheidung*

Es ist nach den vorangegangenen Bemerkungen leicht zu verstehen, daß rationale Planung eines der Schlagwörter unserer Zeit ist. Es liegen bereits mehrere Theorien vor, die man Theorien rationaler Entscheidungen genannt hat (und Planung bedeutet ja wohl Entscheidung); ich meine diejenigen von VON NEUMANN, von MORGENSTERN, BAYES, RAMSEY usf. Da ich sie hier nicht diskutieren kann,



Umstände eintreten werden, und eine *Wahrscheinlichkeitsmatrix* aufstellen. Damit hat er, diesem einfachen Modell zufolge, alles in der Hand, um, sein Ziel vor Augen, nun rational zwischen den ihm zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zu wählen. Er wird nämlich nach einer Regel von BAYES den Erwartungswert für jede dieser Möglichkeiten berechnen, um sich dann für ein Handeln nach dem höchsten Erwartungswert zu entscheiden. Dieser Wert ist durch die Formel

$$\text{Ew. } (M_i) = \sum_{k=1}^m N_{ik} W_{ik}$$

gegeben, wobei  $N_{ik}$  den Nutzwert der Handlung  $H_i$  unter dem Umstand  $U_k$ , die  $W_{ik}$  aber die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen des Umstandes  $U_k$  darstellen. (Wahrscheinlichkeitstheoretische Voraussetzungen, die ich hierbei gemacht habe, seien der Kürze wegen übergangen.)

So weit unser Modell.

Ich meine, es ist leicht einzusehen, daß die Rationalität, die es scheinbar ausdrückt, gewisse Absichten und Annahmen von Herrn X voraussetzt. Wenn er beabsichtigt, ein bestimmtes Ziel zu erreichen, wenn er annimmt, daß er hierfür so und soviel Möglichkeiten hat, daß die und die Umstände eine Rolle spielen, daß diese und jene Wahrscheinlichkeiten hierfür anzusetzen sind usf., dann kann er die verschiedenen Erwartungswerte berechnen und sich rational entscheiden, wie er vorgehen soll. Aber offenbar sagt unser Modell nichts darüber aus, worin eigentlich die Rationalität all der Ziele und Annahmen ihrerseits bestehen soll. Könnten diese nicht auch Ziele und Annahmen eines Verrückten sein?

Theorien dieser Art sind also offenbar zu schwach, um eine befriedigende Antwort auf die Frage nach der Ratio-

nalität von Entscheidungen zu geben; sie können uns aber doch zeigen, wo wir weiter forschen müssen. Wir müssen uns offenbar den eben erwähnten Absichten und Annahmen, also dem von X gesetzten Inhalt der Matrizen zuwenden.

Was kann es zum Beispiel bedeuten, daß X zu den Elementen der Konsequenzenmatrix, nämlich den erwähnten Resultaten, rational gelangt ist? Diese Resultate sind Prognosen, die sich zum Teil auf Naturgesetze, zum Teil auf Regeln menschlichen Handelns beziehen. X hat zum Beispiel eine Reise vor. Er überlegt: Nehme ich das Flugzeug und herrscht Nebel, so wird das Resultat auf Grund bestehender Naturgesetze eine bedeutende Verspätung sein. Oder X möchte an der Börse Geld verdienen. Er überlegt: Kaufe ich Investment-Papiere, dann sind auf Grund der bestehenden ökonomischen Regeln die Gewinnchancen klein usf. Rationalität kann also hier nur rationale Begründung derjenigen Naturgesetze und Regeln sein, die er für seine Prognosen verwendet.

Nun sind aber solche Begründungen sehr kompliziert, wie die Beschäftigung mit den Fragen der Verifikation, der Bestätigung, der Falsifikation von Gesetzen und Regeln, der Induktion usf. in den vorangegangenen Kapiteln gezeigt hat.

Die Sache wird noch schwieriger, wenn wir zu den Elementen der Wahrscheinlichkeitsmatrix übergehen. Was bedeutet hier Begründung?

Es gibt Gelehrte, die leugnen, daß eine solche rationale Begründung überhaupt möglich ist. Andere wiederum versuchten, verschiedene Theorien zu entwickeln, mit denen statistische Hypothesen vernünftigerweise geprüft oder gestützt werden können. Leider läßt sich zeigen, daß diese Theorien erstens auch nicht allgemein gültig sein können und daß sie zweitens schon voraussetzen,

wie man zur Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten überhaupt kommt. Drittens und vor allem stellt die Annahme oder Verwerfung einer statistischen Hypothese keine einfache Alternative dar und kann niemals zwingend erfolgen.

Die heute verfügbaren Theorien rationaler Entscheidung setzen also Theorien zur Rechtfertigung von Gesetzen, Regeln und Wahrscheinlichkeiten voraus, deren Rationalität ihrerseits fragwürdig ist.<sup>31</sup>

Ich übergehe hier die Frage, wie X zur Aufstellung der verschiedenen Möglichkeiten, sein Ziel zu erreichen, oder zu den Elementen der Nutzungsmatrix gelangt. Stattdessen wende ich mich abschließend der eigentlich wichtigsten Frage zu, nämlich: Wie lassen sich Ziele selbst rational begründen?

Da es hier nur darum gehen kann, die Problematik rationaler Entscheidungen wenigstens zu umreißen, kann ich auch nur andeuten, in welcher Richtung meiner Meinung nach die Antwort auf diese Frage gefunden werden könnte.

Wir müssen uns, glaube ich, immer vor Augen halten, daß auch Ziele niemals einzeln, sondern immer nur im Zusammenhang einer bestimmten Situation gegeben werden können. Immer schon leben wir in einem System privater und öffentlicher Zwecke. Es wird also sinnlos sein, ein einzelnes Ziel für sich daraufhin zu befragen, ob es rational ist; wir müssen diese Fragen vielmehr hinsichtlich des Gesamtsystemzusammenhangs stellen, in dem es steht: des Zusammenhangs, in dem wir leben, in dem wir uns bewegen und dem wir daher nicht entrinnen

---

<sup>31</sup> Vgl. W. STEGMÜLLER: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Bd. IV, Personelle und statistische Wahrscheinlichkeit, erster und zweiter Halbband, Berlin 1973.

können. Wohl ist es uns aber möglich, Gewichte in ihm zu verlagern oder Teile darin einander anzugleichen. Die Rationalität eines Systemzusammenhanges, in dem man notwendig eingeschlossen bleibt, eben weil man ihn nicht gänzlich verlassen kann und Leben immer schon Leben in einem solchen Ganzen bedeutet, diese Rationalität wird daher wesentlich darin bestehen, so meine ich, daß der Systemzusammenhang im Sinne von Kapitel VIII harmonisch ist. Der Grad seiner Rationalität wird folglich davon abhängen, wie weit diese Harmonisierung erreicht wurde. Wir werden also ein Ziel danach beurteilen müssen, ob es in einen gegebenen umfassenden Zusammenhang paßt und ob es dazu beiträgt, dessen Unstimmigkeiten zu beseitigen. Man mache die Gegenprobe: Eine derartige Rücksicht auf das Ganze radikal zu unterlassen, ist pure Idiosynkrasie, die man vielleicht zum Wesen der Verrücktheit, dem der Rationalität am meisten entgegengesetzten Zustand, rechnen kann. Ich möchte wieder in Übereinstimmung mit Kapitel VIII betonen, daß Rationalität in bestimmten Situationen auch sich widersprechende und divergierende Ziele einschließen kann; aber dies nur insofern, als es zeitweise in einem begrenzten Umkreis unvermeidlich erscheint, dagegen in einem anderen, umfassenderen und tieferen Zusammenhang zur Harmonisierung des Systemgesamten beiträgt. Ganz entsprechend können nun auch, wie sich gezeigt hat, die bei rationalen Entscheidungen verwendeten Gesetze, Regeln und statistischen Hypothesen, sowie die ihnen zugeordneten Rechtfertigungstheorien nur in dem großen Gesamtzusammenhang beurteilt werden, in dem sie Verwendung finden. Auch ihre Rationalität ist also etwas situationsbezogenes und wird daran zu messen sein, in welchem Grade sie sich in diesen umfassenderen Zusammenhang einordnen lassen.

Ich schließe daher diese kurzen Bemerkungen zur modernen Frage rationaler Entscheidung mit den folgenden zwei Thesen.

- 1) Rationale Entscheidungen sind geschichtlich insofern, als sie immer an geschichtliche Bedingungen gebunden sind. Sie werden durch eine Situation bestimmt, und es gibt daher keine rationalen Inhalte „an sich“, wie etwa bestimmte Ziele und Annahmen. Ziele und Annahmen können immer nur in einem gegebenen Zusammenhang beurteilt werden und können daher niemals den Anspruch erheben, immer und überall Geltung zu haben, wie es heute fälschlich von Vertretern einer Art neuer Aufklärung erwartet wird.
- 2) Rationale Entscheidungen sind andererseits ungeschichtlich insofern, als sie immer das Gleiche suchen, immer die gleiche Form haben: Nämlich einen umfassenden Gesamtzusammenhang mit sich selbst in optimale Übereinstimmung zu bringen. Das bedeutet natürlich nicht notwendig die Anpassung an eine Faktizität, an das einfach Gegebene und Bestehende. Denn da es sich um das Ziel echter Übereinstimmung handelt, die weder durch Willkür noch durch Gewalt oder irgendwie bloß scheinbar zu erreichen ist, so wird darunter sowohl vernünftiges Bewahren wie vernünftiges Verändern zu verstehen sein; nämlich mit Rücksicht auf die gegebenen Bedingungen des geschichtlichen Zusammenhanges und nicht in abstracto zum Beispiel mit Rücksicht auf angeblich ewige sogenannte „Vernunftideale“.

In dieser Richtung müssen, wie ich meine, die Grundlagen für eine moderne Theorie der rationalen Planung gesucht werden.

## XV. Die Bedeutung des griechischen Mythos für das Zeitalter von Wissenschaft und Technik

Die Eule der Minerva, erinnert uns HEGEL, beginnt erst mit einbrechender Dämmerung ihren Flug. Wenn also heute die Grundlagen der Wissenschaften mit solcher Entschiedenheit „reflektiert“ werden, wie man zu sagen pflegt, ja, die philosophische Welt kaum noch von etwas anderem spricht, so zeigt dies, daß hier eine naive Gewißheit verlorengegangen ist. Vergegenwärtigen wir uns noch einmal die Fragen, die man dazu stellt und die auch hier gestellt wurden. Worin mag wohl die Wahrheit wissenschaftlicher Aussagen und Theorien bestehen? Was bedeuten hier denn Verifikationen oder Falsifikationen? Wie entscheidet man eigentlich zwischen zwei einander widerstreitenden Theorien? Worin besteht wissenschaftlicher Fortschritt? Nach welchen Kriterien kann man überhaupt Wissenschaftliches von Nichtwissenschaftlichem unterscheiden? Alle diese Fragen sind, darum kommt man nicht herum, Ausdruck eines gebrochenen wissenschaftlichen Legitimitätsbewußtseins. Um zu erkennen, wie weit dies bereits verbreitet ist, braucht man nur den aufgeregten Streit zu verfolgen, der sich vor kurzem an KUHN'S Thesen über die Struktur wissenschaftlicher Entwicklungsprozesse entzündet hat.<sup>1</sup> Die Entdeckung

---

<sup>1</sup> Einen Überblick über diese Diskussion bieten das schon erwähnte Werk I. LAKATOS/A. MUSGRAVE (Ed.): *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge 1970. – Vgl. ferner W. DIEDERICH (Hrsg.): *Beiträge zur diachronen Wissenschaftstheorie*, Frankfurt a. M. 1974.

der Antinomien im Schoße der Mathematik zu Beginn des Jahrhunderts mutet wie ein bloßes Vorbeben im Vergleich zu jener Krise an, in der sich die wissenschaftliche Vernunft heute befindet, auch wenn dies einer breiten Öffentlichkeit noch weitgehend verborgen geblieben ist. Deutlicher, weil unmittelbarer spürbar, ist ihr wohl die Krise der technischen Vernunft, ja der wissenschaftlich-technischen Welt, die im vorigen Kapitel behandelt wurde. Das ist die gegenwärtige Lage.

### *1. Die Rechtfertigungsfrage des Mythos.*

#### *Der Zusammenhang von Mythos, Numinosem und Kunst*

Die folgenden Betrachtungen, die sich mit dem griechischen Mythos beschäftigen, stehen nun aber, so sonderbar dies zunächst klingen mag, mit der vorhin beschriebenen Lage in einem unauflöselichen Zusammenhang. Denn die mythische Sichtweise ist eine Alternative zur Wissenschaft, auch wenn man sie heute für geschichtlich erledigt hält. Daß es sich hier in der Tat um eine Alternative handelt, zeigt besonders der griechische Mythos – hier meistens kurz Mythos genannt – aus dessen Zerstörung sich die Wissenschaft ja entwickelt hat. Es ist daher naheliegend, sich seiner in dem Augenblick wieder zu erinnern, wo wir des Weges nicht mehr ganz so sicher sind, den wir vor zweieinhalb Jahrtausenden eingeschlagen haben. Das bedeutet: *Die Rechtfertigungsfrage der heute fast alles bestimmenden Wissenschaft, die gegenwärtig so brennend geworden ist, kann nicht ohne die Rechtfertigungsfrage des Mythos behandelt werden.* Daher sind meine Ausführungen zum griechischen Mythos als Beitrag zur aktuellen Diskussion zu verstehen, ja ein solcher Gegenstand muß geradezu, wie es schon ERNST CASSIRER

in voller Klarheit erkannt hat, als integraler Bestandteil einer Theorie der Wissenschaften selbst betrachtet werden.<sup>2</sup> Wie unterscheiden sich Mythos und Wissenschaft voneinander? Wie kann man zwischen beiden entscheiden? Oder sind vielleicht ihre Übergänge fließend? Welches Recht haben wir, die wissenschaftliche Betrachtungsweise der mythischen vorzuziehen? Dies sind die Fragen, die sich jetzt unvermutet zwingend stellen, und wir müssen ihnen ohne die zahlreichen Vorurteile, die üblicherweise damit verbunden werden, in Nüchternheit nachgehen.

Die im ersten Kapitel gestellte Frage nach der Rechtfertigung des Numinosen und nach dem Gegenstand der Kunst wird damit keineswegs aus dem Auge verloren. Aber das erste Kapitel enthält eine *historische* Einführung in die Problematik dieses Buches, und so bezieht sie sich entsprechend auf *tradierte* Formen außerwissenschaftlicher Weltbetrachtungen, nämlich Religion und Kunst. Beide tradierten Formen haben ihre historische Wurzel darin, daß der Mythos in Religion und Kunst auseinandergefallen, als Ganzes aber verschwunden war. Dieser Zerfall hat sich jedoch nur unter dem Druck der aufkommenden Wissenschaft im ausgehenden Altertum ereignet. Erst als der Logos der griechischen Philosophie das Mythische aus der Welt zu bannen begann, suchte Religion

---

<sup>2</sup> E. CASSIRER: Philosophie der symbolischen Formen, Zweiter Teil: Das mythische Denken, Darmstadt 1953. CASSIRER, dem die folgenden Ausführungen viel verdanken, war wohl der erste und bisher letzte, der den Leitfaden der KANTSchen Kategorien und Anschauungsformen zur Untersuchung mythischer Strukturen verwandte. Von ihm angeregt habe ich im folgenden einen ähnlichen Leitfaden verwendet. Dennoch ist diese Ähnlichkeit eher oberflächlich. Denn da ich von einem anderen Standpunkt ausgehe als der Kantianer CASSIRER, so haben hier, wie sich zeigen wird, Kategorien und Anschauungsformen auch einen ganz anderen Sinn.

eine Beziehung zur absoluten *Transzendenz*, wurde Kunst zum schönen *Schein*.<sup>3</sup> Im Numinosen der Religion, wenn auch als Gegenstand zunehmender Verlegenheit, und im mythologischen Inhalt der Kunst, wenn auch ohne eigentliche Wirklichkeitsbedeutung, lebte Mythisches in einer durch den „Logos“, durch die Wissenschaft gebrochenen Weise fort.<sup>4</sup> Jetzt aber, wo wir die „Rechtfertigungsfrage“ der Wissenschaft viel radikaler zu stellen vermögen als es zum Beispiel noch KANT möglich war, der ihr ja ein transzendentes Fundament zu geben suchte, jetzt können wir die Wissenschaft auch ihrer radikalen, von ihr noch nicht beeinflussten Alternative gegenüberstellen, eben jener Alternative, in der die Religion und Kunst in einer unauflöselichen Einheit verschmolzen wa-

---

<sup>3</sup> Dieser Prozeß läßt sich besonders bei PLATO in großer Klarheit verfolgen. Die Götter verflüchtigen sich in die absolute Jenseitigkeit der Ideen, die Kunst aber wird eben deswegen verworfen, weil sie in ihrer sinnlichen Weltbezogenheit nur Schein hervorbringt. Die Dichter lügen, heißt es im „Staat“ (377 d-e).

<sup>4</sup> C. LÉVI-STRAUSS, der mythisches Denken nicht im griechischen Kulturbereich, sondern im südamerikanischen, australischen usw. untersucht hat und es somit zusammenfassend als „pensée sauvage“ bezeichnet, schreibt: „... on connaît encore des zones où la pensée sauvage, comme les espèces sauvages, se trouve relativement protégée: c'est le cas de l'art, auquel notre civilisation accorde le statut de parc national, avec tous les avantages et les inconvénients qui s'attachent à une formule aussi artificielle; et c'est surtout le cas de tant de secteurs de la vie sociale non encore défrichés et où, par indifférence ou par impuissance, et sans que nous sachions pourquoi le plus souvent, la pensée sauvage continue de prospérer.“ (La pensée sauvage, Paris 1962, S. 290) LÉVI-STRAUSS bezieht sich dabei auf allgemeine mythische *Strukturen*, die in der Tat überall in der Welt weitgehend übereinstimmen und nicht auf den griechischen Mythos beschränkt sind. Daß hier im folgenden nur von diesem gesprochen wird, hat zwei Gründe: Erstens bietet er ein uns besonders vertrautes Beispiel, und zweitens war ja, wie gesagt, er es, aus dem sich in kritischer Auseinandersetzung die Wissenschaft entwickelt hat. Und *dieser* Zusammenhang soll hier besonders untersucht werden.

ren: Nämlich dem griechischen Mythos als einer ganz anderen Art und eigenen Form *immanenter* Welt- und Wirklichkeitserfahrung und zugleich als historischen Ausgangspunkt der Wissenschaft.

Worin besteht diese mythische Form der Welt- und Wirklichkeitserfahrung und wie unterscheidet sie sich von derjenigen der Wissenschaft?

Um zur Beantwortung dieser Frage den nötigen Leitfaden zu finden, sei noch einmal an einige Ergebnisse der Kapitel IV, VIII und XII erinnert. Zusammenfassend können wir sagen: Die in Kapitel IV entwickelten Kategorien für die Naturwissenschaften finden, wie Kapitel XIII zeigte, eine teilweise Entsprechung in den Geschichtswissenschaften. Übergreifend und allgemein wurden die Inhalte der Kategorien auch Festsetzungen oder Grundsätze *a priori* genannt. Dabei erwies es sich schon in den Kapiteln VIII und XI, daß zwar deren Inhalt größtenteils historisch wandlungsfähig ist, Teile hiervon aber die wissenschaftliche Betrachtungsweise *definieren* (mag diese als Ganzes freilich auch nur historisch zu verstehen sein). Hierzu gehören unter anderem, wie das folgende zeigen wird, einige sehr allgemeine Aussagen über die Kausalität, die Qualität, die Substanz, die Quantität und die Zeit. Diese Titel stimmen nun zwar mit einigen sog. reinen Verstandesbegriffen und reinen Anschauungsformen KANTS überein, sie haben hier jedoch einen anderen als den KANTSchen Sinn. Denn erstens werden sie ja nicht wie bei KANT als Bedingungen von Erfahrung überhaupt, sondern nur als Bedingungen *wissenschaftlicher* Erfahrung betrachtet. Und zweitens soll mit ihnen eben deswegen nur so viel in größter Allgemeinheit ausgedrückt werden, als für die wissenschaftliche Betrachtungsweise, soweit sie im Vorangegangenen behandelt wurde, *grundlegend* ist. Daher werden beispielsweise nur

einige formale Aspekte wissenschaftlicher Kausalitätsauffassung zur Sprache kommen, die jenseits aller inhaltlichen Besonderheiten, wie etwa derjenigen des Determinismus oder Indeterminismus – vgl. Kapitel II – liegen; dasselbe gilt für die wissenschaftliche Zeitauffassung, womit Probleme der im Kapitel X behandelten Art unberücksichtigt bleiben können usf. KANT aber hat ja mit seinen Kategorien und Anschauungsformen sehr bestimmte, mit der NEWTONSchen Physik in Zusammenhang stehende Inhalte verbunden.

Wir können also die vorige Frage genauer auch so stellen: Worin bestehen zum Beispiel die *mythischen* Vorstellungen von der Kausalität, der Qualität, der Substanz, der Quantität sowie von der Zeit und wie unterscheiden sie sich von den entsprechenden *wissenschaftlichen*?

Ich gebe zu, daß es eine starke Vereinfachung ist, wenn ich in diesem Zusammenhang von *den* mythischen und *den* wissenschaftlichen Vorstellungen spreche. Eine Gefahr sehe ich jedoch darin nicht, da ich mich hier nur auf einige wenige *Wesenszüge* beschränken werde, die man einerseits dem Mythos als einer abgeschlossenen historischen Gestalt entnehmen kann, aber andererseits auch der Wissenschaft, soweit sie bisher historisch zu überblicken ist – und nur von dieser handelten auch die vorangegangenen Kapitel. Von den neuesten, noch zu sehr im Flusse befindlichen Entwicklungen besonders in der Mikrophysik und in der Kosmologie habe ich hier abgesehen, obgleich sie teilweise zu Ergebnissen geführt haben, die eine verblüffende Ähnlichkeit mit mythischen Vorstellungen aufweisen.

## 2. Bedingungen mythischer Erfahrung

Beginnen wir also mit der *Kausalität*. Sie ist mythisch



Man kann mythische Kausalität als göttliche Wirksamkeit also nur verstehen, wenn man sie im Zusammenhang mit den *Wesenheiten der Götter* sieht. Und solche Wesenheiten stellen *mythische Qualitäten* dar. Diese Qualitäten sind, wie schon die wenigen angegebenen Beispiele zeigen, Urgestalten und zugleich gestalthafte Ganzheiten, sofern sie, mit WALTER F. OTTO zu reden, ein „mannigfaltiges Sein“ darstellen.<sup>7</sup> Es sind elementare Mächte, welche die menschliche Wirklichkeit konstituieren, und ihre kausale Wirksamkeit wird als Ausdruck ihres Wesens begriffen.

Besonders deutlich zeigt uns dies HESIOD. Wenn das Chaos die beiden Schattenreiche der Nacht und des Erebus hervorbringt, so geschieht es offenbar aus einer wesenhaften Beziehung, die zwischen solchen Qualitäten des Dunkels bestehen. Es gebiert aber auch die Nacht den Tag, und wieder ist es eine Qualität, wenn auch diejenige des polaren Gegensatzes, welche diese Kausalfolge hervorbringt. Eine qualitative Beziehung besteht ferner zwischen den Titanen und Göttern einerseits und ihren Urerzeugern, Himmel (Uranus) und Erde (Gaia) andererseits; denn offenbar gehören Titanen und Götter ebenso der Erde wie dem Himmel an. Ich erinnere an Prometheus, der das Feuer vom Himmel holte, an Mnemosyne als Walterin göttlicher Weisheit, an Themis als Hüterin von göttlicher Ordnung und göttlichem Recht, und an deren Kinder, die wieder die Qualitäten Gerechtigkeit und Frieden verkörpern. Man könnte diese Beispiele beliebig vermehren und auch zeigen, daß in ihnen durchaus eine gewisse Systematik zu finden ist, worauf aber hier nicht näher eingegangen werden kann.

Doch halten wir fest: Mythische Qualitäten sind indi-

---

<sup>7</sup> W. F. OTTO: Die Götter Griechenlands, Frankfurt a. M. 61970.

viduelle, die menschliche Wirklichkeit prägende Gestalten, die eine typische, in ihrem Wesen liegende Wirksamkeit entfalten.<sup>8</sup> Während hier also die Kausalität auf eine Qualität zurückgeführt wird, werden in wissenschaftlicher Sicht meist umgekehrt Qualitäten aus Kausalgesetzen abgeleitet. Es liegt auf der Hand, daß entsprechend Qualität und Kausalität hier wie dort etwas völlig Verschiedenes bedeuten. Und doch waren für den mythischen Griechen die Götter als Urgestalten und Urqualitäten, wie sie ihm HOMER und HESIOD vermittelt haben, genauso das Alphabet, das ihm half, seine einzelnen Erfahrungen zu buchstabieren, um mit KANT zu sprechen, wie gewisse allgemeine Grundstrukturen von Kausalität und Qualität im Sinne der Wissenschaft das entsprechende Alphabet des modernen Menschen sind. Der Grieche ging von den Göttern als Urgestalten und Urqualitäten aus, überall sah er sie wirksam, und im Rahmen ihrer personalisierten Typik, ihrer Ordnung, ihrer kausalen Beziehungen und Tätigkeiten, im Rahmen ihrer Sphärenaufteilung erfuhr er die Welt. Noch HERODOT spürte dies, als er schrieb, HOMER und HESIOD „haben den Griechen den Stammbaum der Götter aufgestellt, den Göttern die Beinamen gegeben, ihnen Ehren und Fertigkeiten zugeteilt und deren Gestalt klar gemacht“<sup>9</sup>. Diese Götter wa-

---

<sup>8</sup> Dem Mythos ist die analytische Zerschlagung der Welt in abstrakte qualitative Bausteine, wie sie in der Folgezeit die Philosophie einführte, noch unbekannt. Zu diesen Bausteinen gehörten zum Beispiel PLATOS Ideen, ferner das Feuchte, Trockene, Warme und Kalte, Erde, Feuer, Wasser Luft usw. Mythisch aber sind die konstitutiven Elemente der Welt immer *Gestalten*.

<sup>9</sup> HERODOT: II, 53; Auch PLATO berichtet davon, daß man HOMER für denjenigen angesehen hat, dem Griechenland mit den Göttern seine ganze Lebensführung verdankt (πάντα τὸν αὐτοῦ βίον. Staat, 606 e).



Alles andere ist dann nur eine Folge davon. Auch wir begreifen alles im Lichte einer strukturell allerdings ganz anderen Auffassung von Kausalität und Qualität; und auch für uns ist das Weitere, das Einzelne und Besondere dann nur eine Folge davon. *Die Götter sind das Apriori des mythischen Griechen*, sie ermöglichen mythische Erfahrung. Und insofern sind sie für ihn so objektiv, wie es in den Wissenschaften allgemein Kausalgesetze und – im Gegensatz zum Mythos – durch diese Gesetze bestimmte Qualitäten sind.<sup>12</sup>

Nun haben, wie schon erwähnt, alle diese mythischen Qualitäten etwas Personales, wenn sie nicht geradezu Personen sind; sie sind also Individuen im Raume und in der Zeit und insofern auch *Substanzen*. Wenn die Nacht den Schlaf, den Tod, den Traum usf. hervorbringt, dann ist noch etwas von ihr, eben ein Dunkles und Nächtliches, in diesen hervorgebrachten Qualitäten. Das gleiche gilt, wenn sich Himmel und Erde vereinigen, um Titanen und Götter zu zeugen: Denn in diesen ist Himmliches und Irdisches vereinigt. So ist Nachtsubstanz im Schlaf und Traum, wie Himmels- und Erdschubstanz in Titanen und Göttern, aber auch in der Sonne, im Feuer, in den Ordnungen des Rechtes, des Brauches usf. ist. Diese Teile und Elemente von Nacht, Himmel und Erde, die sich in dem von ihnen Gezeugten befinden, unterscheiden sich von dem *Ganzen* der Nacht, des Himmels und der Erde so wenig, wie sich das Rot einer Fläche von dem Rot eines Flächenstückes unterscheidet. Zwischen einem Ganzen und seinen Teilen ist mythisch kein Unterschied. Das ist ein Merkmal *mythischer Quantität*.

---

ne sont pas elles-mêmes d'ordre naturel, mais logique“ (a. a. O. S. 126). Diese „logischen Realitäten“ aber sind nichts anderes als die apriorischen mythischen Ordnungsvorstellungen.

<sup>12</sup> Auch G. KRÜGER kommt zu einem verwandten Ergebnis. In

Diese Vorstellung mythischer Quantität, derzufolge das Ganze in jedem Teil ist, während zugleich Ganzes wie Teil personale Substanzen darstellen, läßt uns verstehen, daß ein Gott an vielen Orten zugleich sein kann. Denn überall da, wo fernblickende Weisheit, Maß und Ord-

---

seinem PLATO-Buch „Einsicht und Leidenschaft“ (Frankfurt a. M. 1947) schreibt er: „Was KANT von der modernen wissenschaftlichen Empirie gezeigt hat, gilt wohlverstanden für alle Erfahrung überhaupt: sie ist nicht Wahrnehmen allein, sondern überdies ein Auf-fassen und Verstehen des Gegebenen im Gesichtskreis a priori verstandener Möglichkeiten. Wo aber der selbsthafte Grund aller Ver-änderlichkeit und Möglichkeit nicht in dem souveränen Ich gefun-den wird, sondern außerhalb seiner, da nimmt die Erfahrung *religiösen* Charakter an. Die Personalität wirkender Mächte außer uns steht im umgekehrten Verhältnis zu dem grundsätzlichen Freiheitsbewußtsein in uns.“ (S. 14) KRÜGER geht also über die hier be-handelten kategorialen Unterschiede zwischen mythischer und wissenschaftlicher Denkweise noch weit hinaus und versucht, sie auf einen letzten Ugrund, auf das Selbstverständnis des Menschen hier wie dort zurückzuführen. Das apriorische Selbstverständnis des Menschen als letzte Bedingung seiner „möglichen Erfahrung“, ist in KRÜGERS Sicht mythisch durch das Beherrschtsein der Mächte, wissenschaftlich durch den „Aktus der Spontaneität und Frei-heit“, wie er der transzendentalen Apperzeption eigen ist, gekenn-zeichnet. „Die *mythische* Art des Verstehens“, meint KRÜGER auch S. 23, „... ergibt einen für uns höchst fremdartigen, nichtsdesto-weniger *empirischen Anblick der Welt*.“ Und schließlich: „Die unbeschränkte ... Empfänglichkeit“ (gemeint ist die des mythi-schen Menschen) „... läßt a priori alles Überwältigende als ein solches sehen, das ... ‚persönlich‘ waltet“ (S. 24). – Hier ist vielleicht der Ort, noch einmal auf einen typischen Einwand gegen diese Art der Deutung, die ich weitgehend mit KRÜGER teile, einzugehen (er wurde schon in Anm. 10, S. 404 erwähnt). So schreibt beispielswei-se E. M. MANASSE in seiner Rezension von KRÜGERS Buch (Philoso-phische Rundschau, 1957, Beiheft 1): „Da aber KRÜGERS Analyse auch den Abstand antiker von moderner Denkweise veranschau-lichen will, gerät sie auf ... bedenkliche Vereinfachungen. So selbst-vergessen wie KRÜGER das mythische Dasein schildert, ist es doch nur in der Abstraktion.“ Das mag genauso wahr sein, wie es wohl zutrifft, daß nicht jeder mittelalterliche Mensch in dem Maße christlich-gläubig war, wie das Mittelalter als *Ganzes* gesehen wird. Aber das ändert nichts an dem *Recht*, die allgemeinen und grund-



sche Qualität läßt sich nicht in eine ideelle und in eine materielle Sphäre einteilen. In unseren Augen Ideelles wie Ordnung, Weisheit, Maß, Gerechtigkeit, Verblendung, Liebe usf. ist hier stets zugleich als *personale Substanz* etwas Materielles. Entsprechend aber ist Materielles wie Erde, Himmel, Meer, Sonne, ebenfalls als *personale Substanz*. etwas Ideelles. Deswegen kann sich mythisch immer etwas Geistiges materialisieren und uns als eine individuelle Gestalt entgegentreten, wie umgekehrt etwas Materielles jederzeit personale Züge anzunehmen vermag. Mythisch hat eben alles *ganzheitliche Gestalt*. Ob es sich um eine Urgestalt und Urqualität oder um die ihrem individuellen Wesen entspringende Kausalität handelt, ob es die Beziehung von Ganzem und Teil, von Ideellem und Materiellem ist: Die mythische Denkweise, als ganzheitliche, ist *synthetisch*. Das *analytische* Vorgehen, wie es die Wissenschaft in die Welt gebracht hat, nämlich das Zerschlagen der Welt in abstrakte Substanzen, Atome und Elemente, die sich nach allgemeinen Gesetzen bewegen, ist dem mythischen Griechen vollständig fremd. Ich will damit nicht behaupten, daß dem Griechen der Unterschied zwischen Ideellem und Materiellem überhaupt unbekannt war; aber ich will damit sagen, daß für ihn die Schnittlinie zwischen diesen beiden Sphären nicht dort lag, wo wir sie zeichnen, weil er, wie gezeigt, ganz andere Vorstellungen von Kausalität, Qualität, Quantität und Substanz hatte.

Nicht minder erstaunlich ist es, wie verschieden von den unseren seine Anschauungen von der Zeit sind. Um dies deutlicher zu machen, muß ich noch einmal auf die mythische Qualität und die mythische Kausalität eingehen. Mythische Qualitäten als göttliche Urgestalten haben, wie gesagt, ihre spezifische Wirksamkeit. Aber beides, diese Gestalten und diese Wirksamkeiten, werden nun

sozusagen *definiert* durch bestimmte Geschichten, die man über sie erzählt, Geschichten, die ich im Anschluß an GRONBECH *Archai* nenne.<sup>15</sup> Eine Arche ist ein heiliges Ereignis, es ist die Geschichte eines Gottes. Was jeder der Götter ist, das ist überhaupt nur durch seine Geschichten erkennbar, in denen von seiner Herkunft, seiner Geburt und seinen Taten berichtet wird. Von diesen *Archai* handeln einige von einem Naturgeschehen, andere sind mehr geschichtlicher Art, weswegen es mir zweckmäßig erscheint, *natürliche* von *historischen Archai* zu unterscheiden. Natürliche *Archai* finden wir zum Beispiel in der Kosmologie HESIODS, wo das Entstehen der Welt aus dem Chaos, der Erde und dem Eros beschrieben wird, ferner im Abschied und in der Wiederkehr der Proserpina beim Wechsel der Jahreszeiten. Zu den historischen *Archai* gehört die Tötung der Python-Schlange durch Apollo, die Titanenschlacht, Hermes' Rinderdiebstahl, die Stiftung des Ölbaumes durch Athene, die Sage des Erechtheus usf.

Wenn nun HESIOD die Entstehungsgeschichte der Welt erzählt, so denkt er dabei nicht an Ereignisse, die sich *in* der Zeit abspielen, ja das Wort *Zeit* kommt, soweit ich sehe, in der ganzen Theogonie bezeichnenderweise nicht ein einziges Mal vor. Hier gibt es keine uns so geläufige Trennung von Zeit und Inhalt. Die natürlichen *Archai*, nämlich das Chaos und seine Wirkungsgeschichte, die Erde und ihre Wirkungsgeschichte, die Folge von Nacht und Tag, von Erde, Himmel, Bergen und Meer, der Lauf der Sonne, das alles sind zeitliche Urelemente und ist

---

<sup>15</sup> V. GRONBECH: *Götter und Menschen, Griechische Geistesgeschichte II*, Reinbeck bei Hamburg 1967. Ich habe hier versucht, dem Begriff der Arche eine etwas präzisere Bedeutung zu geben, als dies bei GRONBECH der Fall ist.



den Griechen auch hier zu einer unauflöslichen Ganzheit, nämlich zur Ganzheit und Einheit einer Arche.<sup>17</sup>

Topologisch betrachtet hat demnach mythische Zeit erstens einen *absoluten Anfang*, wie ihn HESIOD beschreibt. Denn da die Arche des Chaos ja nicht *in* der Zeit ist, sondern solche konstituiert, wäre es so sinnlos, nach einer Zeit *vor* ihr zu fragen wie nach einem Jenseits des gekrümmten EINSTEINSchen Universums. Zweitens aber ist topologisch mythische Zeit insofern *zyklisch*, als zumindest ein Teil der natürlichen Archai, wenn nicht alle, *identisch* wiederkehren. Zu denjenigen, bei denen hierüber kein Zweifel sein kann, gehören die Geburt des Tages aus der Nacht, der Kreislauf des Helios und der Gestirne sowie der ewige Rhythmus von Abschied und Wiederkehr der Proserpina, worin mythisch die Folge der Jahreszeiten besteht. Hier handelt es sich immer um denselben Vorgang, der wiederkehrt, es ist immer wieder ganz *dieselbe* göttliche und heilige Geschichte, die sich wiederholt. Insofern spricht der Grieche auch von einer heiligen Zeit, dem ζᾶθεος χρόνος.

Aber wie ein roter Faden zieht sich durch seinen Mythos der Unterschied zwischen dem Heiligen, zwischen der Welt der Götter, der Archai, dem Ewigen einerseits und der Welt der Sterblichen, der βροτοί andererseits. Und entsprechend trennt der Grieche den ζᾶθεος χρόνος von der Zeit der Menschen, die er einfach χρόνος nennt (eine

---

<sup>17</sup> Wie man sieht, bedarf es nicht des Hinweises auf die NEWTONsche Zeitvorstellung, wie ihn KRÜGER gibt (siehe die vorangegangene Anm.), um den Unterschied von antiker und moderner Anschauungsweise deutlich zu machen. Die Zeit als Punktekontinuum, in welches Ereignisse nach Kausalgesetzen eingeordnet werden, die also *insofern* durchaus als etwas von den Gegenständen Getrenntes auftritt, findet man zum Beispiel auch in der Relativitätstheorie. Nur die „leere“, in keiner Funktion zur bewegten Materie stehende Zeit, ist dort verschwunden.

Unterscheidung, die ich besonders bei FRÄNKEL beobachtet finde)<sup>18</sup>. Die Welt der Sterblichen und des Profanen ist im Gegensatz zu derjenigen der Unsterblichen gerade dadurch gekennzeichnet, daß in ihr nichts wiederkehrt, daß sich alles wandelt und verändert oder gar spurlos wieder verschwindet. Hier ist man genötigt, Vergangenes festzuhalten und Künftiges zu berechnen, und hier ist deswegen auch das zeitlich serielle Abzählen, die fortlaufende Unterscheidung verschiedener Stunden, Tage und Jahre von grundlegender Bedeutung. Hier ist es unvermeidlich, daß man Ereignisse *in* die Zeit einordnet, um sie überhaupt identifizieren zu können. Für die Schlacht bei Marathon ist es deswegen konstitutiv, daß sie im Jahre 490 stattfand. Aber für die ewige Wiederkehr des Gleichen als solchen ist es nicht konstitutiv, zum wievielten Male es wiedergekehrt ist. Daher bedarf auch zum Beispiel die Rückkunft der Proserpina keiner Datierung zu ihrer Identifikation.

Die *profane* Zeit fließt also, so wie es uns heute vertraut ist, von der Vergangenheit in die Zukunft. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft sind streng getrennt. Das Vergangene ist unwiderruflich dahin, das Zukünftige ist unbekannt. Die *heilige* Zeit dagegen wendet sich immer wieder in sich selbst zurück. Zyklisch kehrt in ihr künftig das bereits Vergangene stets wieder und der Zyklus selbst, nämlich als *Gestalt* der Arche, ist daher ewige Gegenwart. Der mythische Grieche lebt in einer mehrdimensionalen Wirklichkeit, welche sowohl die Dimension des Heiligen wie die des Profanen umfaßt. In der Dimension des Heiligen leuchten ihm die Archai wie ewige Urbilder und

---

<sup>18</sup> H. FRÄNKEL: Die Zeitauffassung in der frühgeschichtlichen Literatur, in: TIETZE (Hrsg.): Wege und Formen frühgeschichtlichen Denkens, München 1955.

Arche-Typen, und er verwendet diese Leitsterne, um sich an ihnen im Profanen zu orientieren, nämlich erstens dadurch, daß er ihre innere Metrik verwendet – diejenige ihres Rhythmus’ – und zweitens dadurch, daß er seriell ihre Wiederholungen zum Zwecke der Identifikation des Sterblichen, des nie Wiederkehrenden abzählt. Insofern ist für ihn die profane Zeit von der heiligen nur abgeleitet und damit sekundär. Der ihn umfassende Kosmos, die heilige Natur jedenfalls, sind ihr nicht unterworfen. Und doch zeigt sich auch hier das ganzheitliche Denken des Mythos. Denn die Unterscheidung zweier Dimensionen der Wirklichkeit wird gar nicht als Trennung verstanden, im Gegenteil. Und in der unmittelbaren *Anschauung* des Heiligen, der urbildhaften Ereignisse, der Archai, im Anschauen also der ewigen Wiederkehr des göttlich Gleichen im Lauf der Gestirne und im Rhythmus der Jahreszeiten, gewinnt der Grieche die zeitliche Ordnung und Richtung sowie das zeitliche Maß seiner sterblichen Welt.<sup>19</sup>

Die Anschauung der Zeit ist auch hier in der Tat Bedingung der Möglichkeit der Erfahrung. Aber sie unterscheidet sich ganz und gar von jener, welche der wissenschaftlichen Sicht entnommen ist. Mythisch handelt es sich um ein Anschauen ewiger Zeitgestalten, sowie um ein Anschauen eines unauflölichen Gesamtzusammenhan-

---

<sup>19</sup> Auch hier scheint es sich um eine allgemeine, in allen mythisch bestimmten Kulturkreisen auftretende Struktur zu handeln. So schreibt M. ELIADE, neben LÉVI-STRAUSS wohl einer der bedeutendsten gegenwärtigen Erforscher außereuropäischer Mythen (hier zitiert in der englischen Übersetzung aus dem Französischen mit dem Titel „Myth and Reality“, New York 1968, S. 18): „As a summary formula we might say that by ‘living’ the myths one emerges from profane, chronological time and enters a time that is of a different quality, a ‘sacred’ time at once primordial and indefinitely recoverable.“

ges von heiliger und profaner Zeit, den ich zusammenfassend die *mythische Zeit* nennen möchte. Die Anschauung der Zeit in der Wissenschaft hingegen ist aus der *profanen Zeit* entwickelt worden, wenn sie auch heute im einzelnen keineswegs mehr mit ihr identisch ist. Diese profane Zeit war indessen lange ihr absoluter Maßstab. Alles wurde in *sie* eingeordnet, und was sich darin nicht einordnen ließ, wie die absoluten Zeitgestalten der Archai, wurde für nicht existent erklärt. Nun sah man nicht mehr das Gleiche, das identisch sich Wiederholende, im Rhythmus der Tage und Jahreszeiten, es war nicht mehr *der* Frühling, dessen Rückkehr man festlich bejubelte, sondern jede abrollende Zeiteinheit wurde als etwas Neues, etwas Einmaliges und nie Wiederkehrendes betrachtet – und damit verschwand die Natur als etwas Heiliges und wurde in etwas Sterbliches verwandelt. Bisher ist im Zusammenhang mit der mythischen Zeit nur von den natürlichen Archai gesprochen worden. Aber auch die historischen spielen hier eine wichtige Rolle. Auch sie sind Zeitgestalten, sofern sie einen bestimmten und individuellen Ereignisablauf darstellen, der ein erstes Mal (τὰ πρῶτα) stattfand und dann als genau *dieses* individuelle Ereignis identisch beständig wiederkehrt. So ist es eine historische Arche als Zeitgestalt, wenn Athene den Ölbaum und die Webkunst, wenn Apollo die staatliche Ordnung und die Musik, wenn Hermes Geschäft, Handel und Wandel einmal *zuerst* gestiftet haben. Und da all dies zugleich Ereignisfolgen und Geschichten sind, die zur mythischen Qualität und Substanz der Gottheit gehören, so sind auch diese Substanzen dort wirksam, wo Menschen Ölbäume pflanzen, den Webstuhl bedienen, wo sie musizieren, Geschäfte betätigen usf. Überall, wo solches geschieht, wiederholt sich die alte Arche, läuft der gleiche Urvorgang ab, ist der ent-

sprechende Gott anwesend und wird er auch angerufen oder beschworen. Ja, auch hier ist die ewige Wiederholung des Gleichen in der Arche selbst mitgegeben. Denn es ist der Wille der Athene, den Ölbaum zu „zeigen“ (Ἀθηνᾶ εδείκνυ), damit seine Anpflanzung und Verwendung nachgeahmt wird, das Weben zu „zeigen“, damit es betrieben wird usf. Es gehört zur historischen Arche, daß sie als eine Geschichte, die Teil der mythischen Substanz einer Gottheit ist, in die Herzen der Menschen buchstäblich einfließt, und daß sie dadurch in ihnen stets aufs Neue wirkt.

Die historischen Archai verhalten sich zu den natürlichen wie sich etwa in unserer heutigen Sicht bestimmte Gesetze und Regeln, welche die Tätigkeiten von Menschen steuern, zu den Gesetzen der Natur und des Weltalls verhalten. Und auch im Bereich menschlicher Tätigkeit – wenigstens bei allen Verrichtungen, welche die vorherige Anrufung einer Gottheit erfordern – gibt es die besprochenen drei Elemente nicht: es gibt weder für sich die einzelnen Ereignisse noch die Zeit und schon gar nicht ein etwa psychologisches Kausalgesetz, welches diese Ereignisse in ihrer zeitlichen Folge ordnet; sondern wieder ist es diese einmalige, individuell göttliche Geschichte und Arche, die als geschlossene Gestalt sich beständig wiederholt, substanzhaft in die Menschen einfließt und in ihnen weiterwirkt.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Vgl. auch hier ELIADE: a. a. O. S. 8: „... the foremost function of myth is to reveal the exemplary models for all human rites and all significant human activities—diet or marriage, work or education, art or wisdom.“ „... this is why myths constitute the paradigms for all significant human acts“ (S. 18). Freilich sind die Ausdrücke „model“ und „paradigm“ irreführend, weil es sich hier nicht um Nachahmungen von solchen handelt, sondern um eine wirkliche Wiederholung des Urgeschehens. Daß dies aber von ELIADE eben-

Solche Archai wurden besonders geschaut und erfahren bei den heiligen Festen. Es hieße leichtsinnig unsere Vorstellungswelt auf diejenige der frühen Antike zu übertragen, wollten wir beispielsweise in der Aufführung des Apollomythos in Delphi, welche die Tötung der Python-Schlange zum Gegenstand hatte, eine Art Theatervorführung sehen, in der dieses Ereignis, das in Urzeiten spielte, nur nachgeahmt und dargestellt werden sollte. Denn es handelt sich dabei vielmehr um ein *kultisches* Ereignis, in dem das Vergangene in die Gegenwart zurückgeholt wurde, in dem es sich wirklich wieder abspielte. „Es ist kein bloßes Schaustück und Schauspiel“, schreibt CASSIRER in seinem Buch über ‚Das mythische Denken‘, „das der Tänzer, der in einem mythischen Drama mitwirkt, aufführt; sondern der Tänzer *ist* der Gott *wird* zum Gott ... Was ... in den meisten Mysterienkulten vorgeht – das ist keine bloß nachahmende *Darstellung* eines Vorgangs, sondern es ist der Vorgang selbst und sein unmittelbarer *Vollzug*; es ist ein  $\theta\rho\acute{\upsilon}\mu\epsilon\nu\omicron\nu\nu$  als ein reales und wirkliches, weil durch und durch wirksames Geschehen.“<sup>21</sup> „Wo wir ein Verhältnis der bloßen ‚Repräsentation‘ sehen, da besteht für den Mythos ... vielmehr ein Verhältnis realer *Identität*; das ‚Bild‘ stellt die ‚Sache‘ nicht dar – *es ist* die Sache ... In allem mythischen Tun gibt es einen Moment, in dem sich eine wahrhafte Transsubstantiation – eine Verwandlung des Subjekts dieses Tuns in den Gott oder Dämon, den es darstellt, vollzieht.“<sup>22</sup> Auf der einen Seite kommt also hier ein längst vergangenes Ereignis zur Aufführung, ja es schöpft geradezu aus dieser seiner uralten Vergangen-

---

falls so gemeint ist, zeigt der Zusammenhang seiner Ausführungen, aus dem hier noch später einige Zitate folgen werden.

<sup>21</sup> E. CASSIRER: a. a. O. S. 52.

<sup>22</sup> E. CASSIRER: a. a. O. S. 51.

heit einen Teil seiner Bedeutung, seines Gewichtes, seiner Ehrwürdigkeit und Heiligkeit; und auf der anderen Seite wird ausdrücklich dieses durchaus zur Vergangenheit Gehörende als eine unmittelbare Gegenwart erlebt, die mächtig auf die Menschen wirkt. Wo, wie im Bereich des Heiligen, Ideelles und Reelles zu einer Einheit verschmelzen, weil, wie gesagt, mythische Substanz, Qualität und Kausalität diesen Unterschied nicht kennen, da wird auch die in unseren Augen nur *vorgestellte* Vergangenheit zur unmittelbaren Gegenwart. Gegenwart wird aber auch die Zukunft im Wissen um die künftige ewige Wiederkehr des Gleichen von Fest zu Fest. Auch hier also verschwinden für den Griechen die zeitlichen Unterschiede.<sup>23</sup>

Heilige und profane Zeit sind nicht kohärent; Archai und sterbliche Ereignisse gehören verschiedenen, wenn auch unlöslich miteinander verknüpften Dimensionen der Wirklichkeit an, und es gibt mythisch keine einheitliche Topologie der Zeit, nach welcher deren Richtung und Ordnung eindeutig definiert wäre, wie es auch keine einheitliche Metrik gibt, der man alles unterwerfen

---

<sup>23</sup> Vgl. hierzu ELIADE: a. a. O. S. 19: „Living'a myth, then, implies a genuinely 'religious' experience, since it differs from the ordinary experience of everyday life. The 'religiousness' of this experience is due to the fact that one re-enacts fabulous, exalting, significant events, one again witnesses the creative deeds of the Supernaturals; one ceases to exist in the everyday world and enters a transfigured, auroral world impregnated with the Supernaturals' presence. What is involved is not a commemoration of mythical events but a reiteration of them. The protagonists of the myth are made present, one becomes their contemporary. This also implies that one is no longer living in chronological time, but in the primordial Time, the Time when the event *first took place* . . . To reexperience that time, to re-enact it as often as possible, to witness again the spectacle of the divine works, to meet with the Supernaturals and relearn their creative lesson is the desire that runs like a pattern through all the ritual reiterations of myths.“

könnte. Wenn wir einen modernen Ausdruck der Mathematik und Physik gebrauchen wollen, so könnten wir sagen, daß zum Beispiel historische Archai in der profanen Zeit topologisch wie metrisch Singularitäten darstellen: topologische Singularitäten, sofern sich in ihnen die Zeitordnung und -richtung umkehren kann und sie als Vergangenes ohne Vermittlung zeitlicher Zwischenglieder unmittelbar auf die Gegenwart zu wirken vermögen; und metrische Singularitäten, sofern keine bestimmte Dauer für ihre Identifizierung konstitutiv ist. (So ist es zum Beispiel offenbar ohne jede Bedeutung, wie lange Apollo mit dem Drachen rang und wenn überhaupt Zeitangaben erfolgen, dann sind sie nicht wörtlich zu nehmen.)<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Die von der unseren so abweichende mythische Zeitvorstellung hat LÉVI-STRAUSS auch an dem Beispiel der rites de deuil und der rites historiques unter australischen Eingeborenen dargestellt. „On voit donc que le système du rituel a pour fonction de surmonter et d'intégrer trois oppositions : celle de la diachronie et de la synchronie; celle des caractères périodique ou apériodique qu'elles peuvent présenter l'une et l'autre; enfin, au sein de la diachronie, celle du temps réversible et du temps irréversible, puisque, bien que le présent et le passé soient théoriquement distincts, les rites historiques transportent le passé dans le présent, et les rites de deuil le présent dans le passé, et que les deux démarches ne sont pas équivalentes : des héros mythiques, on peut vraiment dire qu' ils reviennent . . .“ (a. a. O. S. 314) „Les rites commémoratifs et funéraires postulent qu'entre le passé et le présent, le passage est possible . . .“ (a. a. O. S. 315). – An dieser Stelle sei auch daran erinnert, daß der Ritus der katholischen Messe insofern mythisch zu verstehen ist, als er ja das Urereignis der Eucharistie *wirklich* wiederholt und nicht nur eine „commemoration“ davon ist. Über den Zusammenhang des katholischen Ritus und des antiken Opfers vgl. u. a. H. LIETZMANN: Messe und Herrenmahl, Bonn 1926. – Und noch einmal sei ELIADE zitiert, a. a. O. S. 13: „It is here that we find the greatest difference between the man of the archaic societies and modern man: the irreversibility of events, which is the characteristic trait of History for the latter, is not a fact to the former.“



große Anstrengungen unternahmen, die mythische Sichtweise zu zerstören: Ich meine hier vor allem die als Logographen, Mythographen und Genealogen bekannten griechischen Gelehrten, die zur Zeit der aufkommenden Philosophie und Wissenschaft tätig waren, wie zum Beispiel HEKATAIOS, PHEREKYDES, HELLANIKOS, XENOPHANES, EPHOROS und andere mehr. Diese Männer haben in verschiedener Weise dazu beigetragen, den griechischen Mythos zu zerstören; wohl am tödlichsten aber trafen sie ihn dadurch, daß sie die Geschichten der Archai und die in ihnen auftretenden Personen und Götter in ein chronologisches System profaner Zeit einzuordnen versuchten. Das Mittel dazu sind vor allem die von ihnen entworfenen Genealogien, weswegen ihre mythographischen und logographischen Werke ja auch hauptsächlich γενεαλογίαι genannt werden.

Zuerst wurden nur vereinzelt und ohne Angabe der Zeiträume Genealogien der Sagenwelt geliefert. Später ging man zu umfassenden Stammbaumsystemen mythischer Geschlechter über und schließlich fing man allmählich mit genaueren Datierungen an. Staunend stellen wir fest, wie überaus ungewohnt dies gewesen zu sein scheint und mit welchen primitiven Mitteln es zunächst erfolgte. Da beginnt zum Beispiel der Autor eben einfach mit der eigenen Zeit als Ausgangspunkt (ἐς ἐμέ), später verwendet man dazu die Olympiaden. Und auch dann noch dauert es eine gute Weile, bis man zusätzlich anfängt, die ungeheueren Zeiträume zwischen der Sagenwelt und der Gegenwart genealogisch zu überbrücken. (Hier dürfte besonders HELLANIKOS bahnbrechend gewesen sein, der in seinen ἱεράαι die Abfolgen der Herapriesterinnen als Grundlage für die kontinuierliche Aufreihung geschichtlicher Ereignisse verwendet hat.)

Man kann die Stärke des Widerstandes ahnen, auf den die



seiner Archai unvermittelt *gegenwärtig* zu sein schien; weil für ihn das Vergangene wie ein Ewiges noch *da* war und in der Natur, am Himmel, bei seinen Tätigkeiten, insbesondere aber im kultischen Fest, unmittelbar angeschaut werden konnte. Wie konnte ihm dies alles wie den Genealogen erklärungsbedürftig sein, wo es für ihn doch gerade umgekehrt der Ausgangspunkt und das Mittel aller Erklärung war – eben als Bedingung möglicher Erfahrung? GRØNBECH hat daher ganz recht, wenn er sagt, wir müßten unsere Vorstellung von Zeit „revolutionieren“, wenn wir uns diejenige der mythischen Griechen verständlich machen wollten. „Wir denken unwillkürlich die Zeit als einen Strom“, schrieb er, „der aus einem Unbekannten . . . kommt und unaufhaltsam einer ebenso unbekanntem Zukunft entgegenfließt.“<sup>26</sup> Aber für die Griechen war „die Zeit kein Raum für Geschehnisse, sondern sie war diese Geschehnisse selbst“<sup>27</sup>. „Sie sehen etwas, was wir nicht zu sehen vermögen, deshalb bewegen sich ihre Gedanken in einer ganz anderen Dimension, so daß kein Generalnenner zu finden ist. In unseren Augen lebt der Grieche auf zwei Ebenen. Die Festzeit ist nicht im Strom der Zeit enthalten, sondern liegt außerhalb oder richtiger gesagt, über dem Alltag, wie eine Hochebene, von der die Flüsse in das Tiefland des Augenblicks herabströmen. Aus dieser Arche entrollt sich die Zeit; hier, an dem heiligen Orte . . . wird gewirkt, was im Alltag zu fortschrittsreicher Arbeit wird.“<sup>28</sup> Und schließlich sagte GRØNBECH: „Bei der Betrachtung des griechischen Geisteslebens müssen wir nicht allein unsere Be-

---

<sup>26</sup> V. GRØNBECH: a. a. O. S. 169.

<sup>27</sup> V. GRØNBECH: a. a. O. S. 169.

<sup>28</sup> V. GRØNBECH: a. a. O. S. 170.

griffe revidieren, sondern müssen auch unsere Erfahrung umdenken.“<sup>29</sup>

Es würde zu weit führen, wollte ich den bisherigen Ausführungen noch eine Betrachtung der Raumvorstellungen im griechischen Mythos anfügen, die, wie man schon vermuten kann, nicht geringer von den unseren abweichen als die Vorstellungen von der Zeit und von den angeführten Kategorien. Dafür aber möchte ich abschließend noch einmal auf das Verhältnis von Wissenschaft und Mythos zu sprechen kommen.

#### 4. Das Verhältnis von Wissenschaft und Mythos

Wie können wir, so werden wir jetzt fragen müssen, zwischen mythischen und wissenschaftlichen Apriorismen wählen? Wie können wir uns zwischen den mythischen Vorstellungen von Kausalität, Qualität, Substanz, Zeit usw. einerseits sowie den entsprechenden wissenschaftlichen Vorstellungen andererseits entscheiden?

Es ist gerade die wissenschaftliche Betrachtungsweise, soferne ihr nämlich Wissenschaft selbst zum Gegenstand wird, die uns zu der Einsicht zwingt, daß es sich hier in beiden Fällen um etwas handelt, was Erfahrung erst ermöglicht und folglich nicht schlechthin durch Erfahrung beurteilt werden kann. Nirgends ergreifen wir so etwas wie die Wirklichkeit an sich als das *Tertium comparationis*, weil sie immer schon mythisch oder wissenschaftlich

---

<sup>29</sup> V. GRØNBECH: a. a. O. S. 170. Auch KRÜGER bemerkt (a. a. O. S. 38): „In der Welt des Mythos hat *alles* ein anderes Gesicht als in der späteren, vernünftig geordneten Welt.“ (Wobei er natürlich nicht sagen will, daß die antike Welt etwa „unvernünftig“ gewesen ist, sondern nur, daß sie nicht von *wissenschaftlicher* Vernunft gesteuert war.)

gesehen wird, weswegen es eben sowohl mythische wie wissenschaftliche Erfahrung gibt. Das gleiche aber gilt für die Vernunft. Beides, Erfahrung und Vernunft und damit die Kriterien für Wahrheit und Wirklichkeit, ist u. a. durch besondere Kausal- und Zeitvorstellungen bereits mitbestimmt. Nichts wäre daher falscher, als dem Mythos, wie es oft geschieht, Irrationalität zu unterstellen, dem die Wissenschaft als etwas Rationales entgegentritt. Auch der Mythos hat seine Rationalität, die im Rahmen seines eigenen Erfahrungs- und Vernunftbegriffes wirkt, wie er in der vorgeführten Weise kategorial und anschaulich gegeben ist. (Daß sich bei ihm diese Rationalität nicht, wie in der Technik, quasi verabsolutiert, steht auf einem anderen Blatt.) Er hat entsprechend auch seine besondere Art systemimmanenter Harmonisierung als Einordnung aller Phänomene in den Gesamtzusammenhang und die „Logik“ seines „Alphabetes“ und seiner Grundgestalten. Die lichtvolle Klarheit der griechischen Antike macht das teilweise geradezu sinnlich faßbar, wenn dieses Gleichnis erlaubt ist. Aus all dem aber folgt nun: *Mythische und wissenschaftliche Erfahrung, mythische und wissenschaftliche Vernunft, sind in gewissem Sinne inkommensurabel.* In gewissem Sinne, das bedeutet: Wir können sie zwar vergleichen, wie es hier ja geschehen ist, wir können sie als Alternativen verstehen; aber wir haben keinen beide übergreifenden Maßstab, an dem wir sie *beurteilen* könnten. Jede Beurteilung ginge immer schon von dem mythischen oder dem wissenschaftlichen Standpunkt aus.

Vermögen wir uns hier also gar nicht zu entscheiden? Aber es ist doch schon vor Jahrtausenden entschieden worden, wird man auf diese Frage antworten. Gewiß, nur sollte man es sich mit den Gründen für diesen ungeheuren Wandel nicht zu leicht machen und alles von unserem

Standpunkt sehen. Mit *verallgemeinerten* Begriffen von Erfahrung, Vernunft, Wahrheit und Wirklichkeit kommt man hier nicht weiter, wie sich zeigte. Daher müssen wir uns auch den Übergang vom Mythos zur Wissenschaft als Mutation im Sinne von Kapitel VIII, also systemgeschichtlich denken. Freilich, wir dürfen dabei nicht aus den Augen verlieren, daß wir damit dieses Ereignis nur bedingt zu erfassen vermögen. Denn ebenso wenig, wie der mythische Mensch seine Götterwelt wie eine moderne Theorie als ein Apriori der Welterfahrung begreifen konnte, so wenig war es ihm auch möglich, bewußt in jenen Bahnen zu denken, welche die systemgeschichtliche Denkweise den historischen Akteuren unterstellt. So sehen wir den Mythos in gewissem Maße unvermeidlich in einer Art *Außenbetrachtung*; von seinem Standpunkt aus gesehen aber malten sich ebenso zwangsläufig die Dinge anders. Hier klafft eine Lücke, von der wir jedenfalls wissen, daß sie niemals kontinuierlich ausgefüllt werden kann. Inkommensurables läßt sich nicht vollständig vermitteln.

Es ist also gerade die wissenschaftliche Sichtweise, die dem Mythos einerseits die Legitimität nicht gänzlich absprechen kann und die andererseits seinen historischen Untergang als in ihrem Sinne rational begreiflich, nämlich als systemgeschichtlich bedingt, betrachtet. Wir können und wollen auch gewiß nicht zum Mythos einfach zurückkehren, weil es unmöglich ist, in eine Welt zurückzuschlüpfen, die unsere durch die Wissenschaft ganz anders organisierte Erfahrung nicht kannte und daher auch unsere besonderen Erfahrungen nicht hatte. Dennoch dürfte die heute so heftig entbrannte Frage nach der Wahrheit in der Wissenschaft, eben weil sie diejenige nach der Wahrheit im Mythos einschließt, dazu führen, Mythisches und mit ihm das Numinose wie die Kunst

wieder ernster zu nehmen. Denn das Numinose und die Kunst haben ja, wie zu Anfang dieses Kapitels bemerkt wurde, in ihm ihre gemeinsame Wurzel. Es gibt jedenfalls keinen *theoretisch* zwingenden Grund anzunehmen, daß alle Welt mythische Sichtweisen als solche, nämlich gelöst von den besonderen geschichtlichen Bedingungen des griechischen Mythos, selbst in ferner Zukunft ins Reich des Märchens verbannen *muß*, wenn sie nicht sozusagen den Verstand verlieren will.<sup>30</sup> Dennoch kann niemand heute vorhersagen, ob und in welcher Weise nun *wirklich* in einem weiteren umfassenden Wandel der Horizonte Mythisches wieder allgemein erlebbar und erfahren werden kann. Dieses aber können wir gewiß behaupten: Es ist von Bedeutung, eine solche bloße *Möglichkeit* in jenem Augenblick zu erkennen und von ihr zu wissen, in dem weniger als früher die Größe, mehr aber als bisher die Fragwürdigkeit der einseitig technisch-wissenschaftlichen Welt erkennbar wird, in der wir leben.

---

<sup>30</sup> Vgl. K. HÜBNER, Die Wahrheit des Mythos, München 1985.

## Personenregister

- Acton, Lord 344  
Adam, C. 221  
Adams, H. B. 199  
Alkibiades 349  
Archimedes 107  
Aristoteles 53, 82, 85, 106, 122,  
161, 165f., 192, 198, 201, 339  
Augustinus 256, 354f.  
Augustus 326  
Averroes 339
- Bacon, F. 27, 373  
Barrow, J. 83  
Bayes, Th. 388  
Bayle, P. 342  
Berkeley, G. 46, 141f., 275f.  
Blochinzew, D. J. 141–143  
Blumenberg, H. 81, 99  
Bohm, D. 41–45, 48, 52, 149,  
152f., 161  
Bohr, N. 41, 43, 136–143, 145,  
147f., 153–158, 159, 168, 184,  
198, 200  
Bondi, H. 248  
Borelli, G. A. 80  
Borges, J. L. 339  
Brahe, T. 97, 101–103, 130  
de Broglie, L. 91, 161  
Bruno, G. 83  
Brutus, M. J. 205  
Bub, J. 149, 152f., 161f.  
Buchenau, A. 235  
Buck, R. C. 123  
Bullialdus, J. 80  
Bunge, M. 256
- Burk, A. W. 124  
Bury, J. E. 324  
Butterfield, H. 341, 344
- Cantor, G. 254  
Carnap, R. 49f., 57, 115,  
123–131  
Carnot, S. 364  
Cartesius 165, 198  
Caspar, M. 98  
Cassirer, E. 57, 156, 342, 396f.,  
410, 416  
Cohen, R. S. 123  
Colodny, R. G. 162
- Daguerre, L. J. M. 365  
Danto, A. C. 305, 317f., 345, 347  
Deppert, W. 14  
Descartes, R. 83, 85, 155f., 160,  
165f., 192, 208, 221–242, 288,  
345  
DeSitter, W. 260  
Dessauer, F. 373, 380f.  
Dewitt, B. S. 260  
Dewitt, C. 260  
Dicke, R. H. 260f.  
Diederich, W. 291, 395  
Diesel, E. 381  
Dijksterhuis, E. J. 98, 101, 111  
Dilthey, W. 304, 307  
Dingler, H. 57, 345  
Dirac, P. A. M. 269  
Droysen, J. G. 304  
Du Bois-Reymond, A. 381  
Duhem, P. 57, 73–85, 89  
von Dyck, W. 98

- Eddington, A. S. 252f., 269  
 Edison, Th. A. 365  
 Einstein, A. 57, 64, 66f., 71,  
 134–156, 161, 165, 168, 184, 198,  
 200, 208, 213, 244–247, 253,  
 266f., 289, 411  
 Eliade, M. 413, 415, 417  
 Ephoros 420  
 Euler, L. 78
- Feigl, H. 140  
 Feyerabend, P. 140f., 162, 407  
 Fiebig, H. 14  
 Fink, E. 373  
 Fischer, H. 374  
 Fiske, J. 199  
 Fizeau, A. H. 60f.  
 Foerster, G. 373  
 Fränkel, H. 412  
 von Freising, Otto 354f.
- Gäbe, L. 234  
 Galilei, G. 85, 155, 160, 165  
 Gardiner, P. 304f.  
 Gatterer, J. C. 342  
 Gebauer, G. 14  
 Gibbon, E. 324, 343, 355  
 Gilbert, W. 80, 105  
 Gödel, K. 253  
 von Goethe, J. W. 347  
 Goodman, N. 287  
 Grønbech, V. 409, 422f.  
 Grünbaum, A. 57, 260
- Harré, R. 256  
 Hawking, S. W. 243  
 Hegel, G. W. F. 160, 202f., 317,  
 395  
 Heidegger, M. 375, 381f.  
 Heisenberg, W. 34f., 37f., 41,  
 43, 45, 184  
 Hekataios 420  
 Hellanikos 420  
 Hempel, C. G. 304f.  
 Herder, J. G. 304, 307
- Herodot 403f.  
 Heron von Alexandria 362f.  
 Hesiod 402–404, 409, 411, 419  
 Heuss, A. 325  
 Hobbes, Th. 27  
 Høffding, H. 158  
 von Hohenburg, H. 105  
 Homer 403f., 419  
 Hooke, R. 80  
 Hübner, K. 64, 143, 332, 351,  
 365, 377  
 Hübscher, A. 321  
 von Humboldt, W. 304, 307  
 Hume, D. 20, 22, 29, 32  
 Huygens, C. 80, 221f., 224,  
 235–242, 288, 365
- James, W. 157–159, 165, 198  
 Jammer, M. 155, 159  
 Jeans, J. 252f.  
 Jochanaan 205  
 Jordan, P. 269  
 Jünger, E. 374
- Kant, I. 20, 22–32, 52, 87, 160,  
 164, 165, 190, 196, 204, 243, 245,  
 251–254, 256–259, 268, 270f.,  
 322, 398–400, 403, 406, 410  
 Kapp, E. 381  
 Kepler, J. 80, 85, 97–133, 155,  
 160, 165  
 Kierkegaard, S. 157f., 165, 198  
 Kircher, A. 80  
 Klemm, F. 370f.  
 Kopernikus, N. 79, 81f., 98,  
 99f., 102f., 122, 130, 200f., 215f.  
 Koyré, A. 100, 230f.  
 Kraft, V. 36, 51  
 Krüger, G. 405f., 410f., 423  
 Ktesibios von Alexandria 362f.  
 Kuhn, Th. 67, 210, 300
- Lachmann, K. 199  
 Lakatos, I. 115, 120–123, 133,  
 395

- Langer, W. L. 314  
 von Laue, M. 364  
 Leibniz, G. W. 148, 175  
 Lenin, W. J. 19  
 Lenk, H. 14, 185  
 Leonardo da Vinci 365  
 LeRoy, E. L. 73  
 Lévi-Strauss, C. 398, 401, 404,  
 413, 418f.  
 Lietzmann, H. 418  
 Litt, Th. 374  
 Lorenzen, P. 175f.  
 Lyssenkos, T. 214  
  
 Mach, E. 73, 381  
 Machiavelli, N. 355  
 Manasse, E. M. 406  
 Marx, K. 204, 373, 380f.  
 Maudslay, H. 370f.  
 Maxwell, G. 140  
 von Mayer, E. 375  
 Menne, A. 332  
 Mersenne, M. 80  
 Meyer, E. 326  
 Meyer-Abich, K. M. 138, 155,  
 159  
 Mittelstaedt, P. 176, 178f., 183  
 Møller, P. M. 157f.  
 Mommsen, Th. 324f.  
 de Montesquieu, Ch. L. 343  
 More, H. 83  
 Morgenstern, O. 388  
 Mouy, P. 230, 236, 238f.  
 Musgrave, S. 120, 395  
  
 Napoleon 327  
 Nasmyth, J. 370f.  
 von Neumann, J. 147, 149–153,  
 388  
 Newton, I. 80, 83, 85, 90, 100,  
 131–133, 155, 160, 196, 201, 245,  
 247, 261, 266, 268, 271, 289, 312,  
 343, 410f.  
 Niebuhr, B. G. 199, 324  
 Niepce, J. N. 365  
  
 Nietzsche, F. 258  
 Nobel, A. 365  
 North, J. D. 254, 271  
  
 Oppenheim, P. 304  
 Ortega y Gasset, J. 381f.  
 Otto, R. 29  
 Otto, W. F. 402  
  
 Pap, A. 51  
 Papin, D. 365  
 Pascal, B. 240  
 Patzig, G. 333  
 Pausanias 350  
 Penrose, R. 243  
 Perikles 349, 351, 353  
 Pherekydes 420  
 Pindar 404, 419  
 Planck, M. 90  
 Plato 398, 401, 403, 406, 407  
 Podolsky, B. 134f., 140, 144, 148  
 Poincaré, H. 57, 71, 73  
 Popper, K. R. 69f., 92, 115–119,  
 129, 131, 262, 265f., 272,  
 273–282, 287f.  
 Ptolemäus 82, 85, 98, 100, 103,  
 114, 122, 131, 200  
  
 Ramsey, F. P. 293, 296, 388  
 von Ranke, L. 199, 304, 307, 342,  
 354, 358  
 Rapp, F. 14  
 Rehm, W. 354  
 Reichenbach, H. 20, 24f., 32, 57,  
 71, 147–149, 168, 171f., 184f.  
 Riemann, B. 57  
 de Roberal, P. 80  
 Rosen, N. 134f., 140, 144, 148  
 Rostovtzeff, M. 325  
 Rühs, C. F. 341  
  
 Salome 205  
 von Savigny, E. 320  
 von Savigny, F. C. 199  
 Schadewaldt, W. 347–349

- Scheibe, E. 185  
 Scheler, M. 375  
 von Schiller, Fr. 354  
 Schilpp, P. A. 124, 141, 144, 246,  
 253  
 Schlözer, A. L. 341  
 Schmidt, W. 363  
 Schopenhauer, A. 205, 321  
 Schrödinger, E. 144f., 148  
 Schwartz, E. 348  
 Sell, R. 14  
 Small, R. 101  
 Sneed, J. D. 185, 291–300, 303  
 Sokrates 401  
 Spengler, O. 375, 381  
 Spranger, E. 374  
 Stegmüller, W. 36, 40, 51, 124,  
 180–183, 291–303, 318, 332, 392  
 Strehlow, T. G. H. 419  
 Suppes, P. 180, 183  
 Synge, J. L. 261  
  
 Tabakayashi, T. 153  
 Tannery, P. 221  
 Tarski, A. 273, 275f.  
 Tartaglia, N. 363  
 Themistokles 349  
 Thukydides 217, 347–354  
 Tietze, 412  
 Trevithick, R. 365  
  
 Tristan 205  
 Troeltsch, E. 307  
 Trunz, E. 347  
  
 Vigier, J. P. 153  
 Voltaire, F. M. A. 343  
  
 Wagner, R. 205  
 Watt, J. 365  
 Webb, W. P. 199f., 342  
 Weber, M. 319f., 322  
 Weidemann, V. 272  
 von Weizsäcker, C. F. 38f., 41,  
 44, 64, 169  
 Wendt, U. 373  
 Werther 205  
 Westphal, W. 59  
 Wheeler, J. A. 243  
 White, A. D. 199  
 White, M. 304f.  
 Whitrow, G. J. 256  
 Wiener, P. 74  
 Wigner, E. P. 48, 146  
 Windelband, W. 304  
 Wittgenstein, L. 218  
  
 Xenophanes 420  
  
 Yeats, W. B. 345  
 Young, Th. 148, 170f., 176

# Sachregister

- Aberrationskonstante 60f.  
Abgrenzungskriterium zwischen  
Wissenschaft und Nichtwissen-  
schaft 395  
Poppers – 265  
absolut konvergent 292  
Absolutes 44, 199  
Abzählverfahren 254  
Adäquatheitskriterium 175  
Allgemeines  
– in den Geschichtswissenschaften  
305–308, 312f., 315, 318  
– in den Naturwissenschaften  
306, 315  
Anschauung 269  
– Formen der 257, 397, 399f.,  
410, 424  
Aphel 104  
A priori 23, 24f., 26–28, 32, 49,  
52, 164, 169, 219, 243, 251, 253,  
265–271, 276, 295, 297, 301f.,  
330–333, 338, 344, 357, 405f.,  
423  
Apsidenlinie 103, 109  
Arche 409–415, 418–422  
Argumentbereich 291  
Aristotelische Physik 88, 99,  
106, 114, 121, 200, 202  
Aristotelische Methaphysik 100  
Aristotelismus 78f., 82, 105, 198  
– „Oikeios topos“ im 81  
Aufklärung 189f., 199, 341, 343,  
372  
Ausdehnungskoeffizient 250  
Ausgleichskreis 104  
Ausgleichspunkt (punctum  
aequans) 102f., 104  
Axiomensystem 194f.  
Basissätze 55–60, 63–65, 70f.,  
92, 116f., 119, 245, 279, 283  
beobachtbar 45f., 48, 50, 52, 116  
Zuordnungsregeln 50  
Beobachtung 41, 45, 46, 48, 50f.,  
57, 68, 85, 100, 116, 130, 132,  
207, 246, 270, 286  
Beschleunigung 84  
– durch Schwere 267  
– durch Trägheit 267  
Bestätigungsgrad 123f., 126f.  
Bewegung 106, 227–231, 253,  
401  
Bibelkritik 199  
Bildbereich 291f.  
Carnots Theorie der Dampfma-  
schine 364  
Cartesiansche Metaphysik 228  
Cartesiansche Physik 191, 230,  
239, 240f.  
Cartesiansche Tradition 155f.  
Definitionsbereich 291  
Demokratie 373  
Denken 50, 74, 93, 96, 160, 168,  
247  
Determinismus 154, 156, 196,  
400  
Dialektik 157f., 167, 202f., 251,  
270f.  
Ding an sich 28, 166

- Dispositionseigenschaften 315  
 Divination 307  
 Dogmatismus 162f.  
 Drehbanksupport 370  
 Duhem-Quinesches-Problem 246
- Einfachheit 62, 64, 81f., 84–86, 91, 93, 99, 110, 249, 265–267  
 Einfluß göttlicher Substanz 407  
 Einfühlen in den Geisteswissenschaften 307  
 Eingangsgröße 367  
 Einheit 79, 244f., 247, 249, 265  
 – regulatives Prinzip 245  
 Einstein  
 – Modell 251  
 – Podolsky-Rosen-Paradoxon 134–138, 147  
 – Universum 67  
 empirisch 24, 49f., 68f., 203, 284, 330  
 – und reinempirisch 68, 71, 331  
 – signifikant 49  
 empirischer Gehalt 120, 122, 192f., 295, 298, 331  
 Empirismus 20, 49f., 190, 192, 219, 127, 259f., 276  
 Energie, physikalische 66, 137  
 Prinzip der Erhaltung der – 141  
 Energie-Masse-Gleichung 211  
 Entmythologisierung 371  
 Enttabuisierung 371  
 Epizyklen 82  
 Ereignis 23f., 31, 36–38, 40, 181, 183, 206, 256, 259, 410, 416  
 Erfahrung 25f., 58, 71, 159–164, 204, 208–210, 222, 224, 229, 241f., 247, 259, 261f., 267, 282f., 298, 327, 331f., 338, 344, 357f., 384, 399, 403–406, 413, 419, 421–425  
 Erfinder 365, 380
- Erkenntnis 87, 164, 219, 233, 240, 262f., 305, 323, 333  
 Erkenntnistheorie 143, 275, 277  
 erkenntnistheoretisch 254, 270  
 Erklärung 304f., 307–311, 313  
 bis 315, 317f., 324, 328–340, 422  
 Erscheinung 29  
 Erzählung 317f.  
 Erzählsätze 345f.  
 Essentialismus 218, 387  
 ewige Wiederkehr des Gleichen 258  
 Exaktheit 194, 203, 312, 369 bis 372, 374, 376f., 382–385  
 Experiment 41, 44, 46, 75, 84, 86, 90, 117, 136, 161, 252, 333  
 Störung durch das – 39, 135–138  
 extensionaler Begriff eines Ganzen 254, 269  
 Exzentrizität 103, 108–110, 117
- Fallgesetz 20, 24  
 Falschheit 207, 245, 271, 301  
 Falsifikation 68, 207, 236, 249, 264f., 270, 286, 300, 327, 391, 395  
 Falsifikationismus 129, 285–287  
 Falsifikationsgrad 86, 93  
 Falsifikationskriterien 77, 88, 92, 115–123  
 Falsifizierbarkeit 49, 115, 236, 262–265, 287  
 Familienähnlichkeit von Gegenständen 218, 278  
 Feldgleichungen 156, 250, 260  
 Fehlerrechnung, Theorie der 58  
 Festsetzungen a priori 52–54, 60–62, 68, 70–72, 85–93, 95, 131f., 161, 190, 206, 260, 262, 278, 283, 298, 326, 399  
 axiomatische – 86–88, 90, 130, 207, 242, 302, 322–328, 330, 341f.

- funktionale – 86–88, 90, 302  
 induktive – 88  
 instrumentale – 86–88, 90  
 judicale – 86–88, 90, 92, 130, 207, 236, 239, 242, 276, 302, 328–330, 341  
 normative – 86–88, 90f., 130, 237, 239, 242, 255, 288, 302, 322, 329f., 341  
 Rechtfertigung 63, 90, 154–167, 266, 283, 302, 322, 340–345, 356–358  
 Typologie 93, 95f.  
 – und Beschluß 92  
 – und Entscheidung 58, 60, 62, 69, 78, 92, 130  
 Zusammenhang der – 90  
 Fliehkräfte 261  
 Forschungsprogramm 288  
 Fortschritt 65, 120–123, 132f., 163, 200, 207, 210, 216f., 219, 220, 236, 240, 282, 288f., 291, 369f., 372–374, 376f., 382–385, 387, 395, 419  
 –I 210–213, 217, 219, 266, 277, 282, 369  
 –II 210–212, 217, 219, 266, 282, 369  
 Fortschrittsglaube 299  
 Freiheit 53f., 72, 76  
 Funktionsbegriff 166
- Galaxien 248, 263–265  
 Ganzheit 307, 402  
 s. Ganzheit in der Quantenmechanik  
 Gegenstand 26  
 – der Kunst 28–32  
 Geistesgeschichte, logischer Sinn der 337  
 Geisteswissenschaften 96, 207, 304–358, 361  
 Genealogen 420, 422  
 geodätische Linien 244
- Geometrie 71, 88, 160, 257, 268  
 Geschichte 206, 284f., 304, 321f., 358, 387  
 Geschichtlichkeit 77, 94, 131f., 165, 193, 271, 283, 302, 304, 308, 385–387  
 Geschichtswissenschaften 198, 304–358, 399  
 Geschwindigkeit 166f., 191, 225f., 230, 248  
 Glaube 28, 263  
 Goodmans Paradox 285, 287  
 Götter und Heroen 398, 400  
 bis 405, 415, 416  
 Achilles 401  
 Aphrodite 401, 407  
 Apollo 401, 407, 409, 414  
 Athene 401, 409, 414  
 Eros 401  
 Gaia 402, 405  
 Helios 401, 411  
 Hermes 401, 409  
 Leda 345  
 Mnemosyne 402  
 Prometheus 402  
 Proserpina 409, 411  
 Themis 402  
 Uranos 402, 405  
 Zeus 345  
 Gott 28f., 154, 157, 228f., 233, 282  
 Gravitationsgesetz 132, 213  
 Gravitationstheorie 67, 79–84, 106, 115, 208, 244f., 266  
 Grenze zwischen Natur- und Geisteswissenschaft 96  
 Größen, physikalische 38, 43, 47f., 57, 66, 75, 137–138, 140f., 146f., 152f., 182, 298  
 nichttheoretische – 294  
 theoretische – 292–295
- Hamilton-Jacobische Differentialgleichung 42  
 Handeln, rationales 127f., 391



- 108f., 114, 121, 130  
 Marsbestimmung 97, 101,  
 106–109, 121  
 Metaphysik 99, 121  
 Radiengesetz 104–106, 108,  
 125  
 Sonne 104–106, 109f., 114,  
 122, 130, 132  
 Theologie 99, 121  
 Körper 218  
 Konsequenzenmatrix 389f.  
 Kontingenz 131, 165, 175, 203f.  
 Kontinuitätsgleichung 42  
 Kopenhagener Schule 41f., 43  
 bis 46, 48, 52, 184  
 Kopernikanische Theorie 202  
 Kopernikanische Wende 81  
 Kosmologie 267, 400, 409  
   Alterstest 264  
   Dichtetest 264  
   kosmologisches Prinzip 139,  
   243, 247–250, 265, 267f.  
   Minkowski Werte 260  
   Postulat des Weltsubstrates  
   243, 247–250, 267f.  
   Relativistische 243, 248f., 251  
   bis 253, 257f., 261–266, 268f.,  
   271  
   Rotverschiebung 263f.  
   Steady-State Theorie 248, 269  
   Strahlungstest 264  
   Teleskoptechnik 264  
   Urknall 251  
   Weltformel 250  
   Weltmodelle 249–261, 268,  
   271  
 Kraft 84, 132, 155, 218, 225,  
 292f.  
   – funktion 291  
 Krümmungskonstante 250, 263  
 Kunst 20, 27, 30–33, 361, 374,  
 377, 397f.  
   – als schöner Schein 398  
   – als synthetische Einheit von  
   Regeln 31f.  
   aristotelischer Formbegriff 30  
   griechische – 419  
 Kybernetik 366–369, 385f.  
   Adaptionsprozesse 366, 369  
   Automatentheorie 369  
   Homomorphie 368  
   Informationstheorie 369  
   Isomorphie 368  
   Neuronenmodelle 369  
   Regelungsprozesse 366f.  
   Regelungstheorie 369  
   Rückkoppelungsprozesse 366  
   Schaltkreistheorie 369  
   Steuerungsprozesse 366f.  
   Theorie der Spiele 369  
   Theorie der Sprachstrukturen  
   369  
   Übertragungssysteme 366, 369  
   Operanden in Übertragungssy-  
   stemen 366, 371  
   Operatoren in Übertragungssy-  
   stemen 366, 371  
   Zwecke von Übertragungssy-  
   stemen 367  
 Lichtgeschwindigkeit 60–61  
 Liebe, geschichtliche Wandlung  
 der 205  
 Logik 21, 74, 127, 148, 160,  
 168f., 171, 174–184, 194, 244,  
 255, 275, 424  
   Aussagenlogik 175f., 183  
   Boolescher Verband 183  
   Dialogische – 176  
   dreiwertige – 171f., 174, 176,  
   184f.  
   effektive – 178, 184  
   Modus Barbara 175  
   nichtklassische – 180, 183f.  
   Regeln 175  
   Syllogistik 175  
 Logographen 420  
 Logos 398

- Masse, physikalische 66, 84, 132,  
 155f., 166f., 191, 225, 230, 267,  
 293  
 Massenfunktion 291  
 Maßtensor 248  
 Materie 248, 253, 258  
   Dichte der – 248, 251  
 materiell 407f.  
 mathematische Antinomien 396  
 mathematische Modelle 195,  
 366–369  
 Maxwellsche Theorie des Lich-  
 tes 213, 244  
 Mechanik 192, 230, 240, 249,  
 267, 288  
   Grundgesetz der – 292, 297  
 Merkur (s. Perihel) 114, 211, 289  
 Meßbarkeit 45, 52  
 Meßfehler 39  
 Meßgenauigkeit 39, 58, 69, 75  
 Meßinstrumente 48, 56, 75, 84,  
 86, 88, 137f., 146f., 364  
   Theorien der – 56f., 75  
 Messung 41, 45f., 87, 134–136,  
 139f., 142f., 146–149, 179, 257,  
 286, 293, 295, 297  
 Metamorphose 401  
 Metaphysik 205, 262, 308  
 Metasprache 273, 277  
 Metatheorie 71, 288f., 303  
 methodisch 69–70, 162, 169  
 Methodologie 115, 118,  
 126–128, 132, 154, 162–164  
 Mikrophysik 400  
 modus cogitandi 226, 228f., 231  
 modus in rebus extensus 226  
 Mysterienkult 416  
 Mystik 205, 312  
 Mysterium tremendum und fasci-  
 nosum 29  
 mythisches Fest 416–419, 422  
 Mythographen 420  
 Mythos 395–426  
   Brauch 405  
   Chaos 402  
   Erebos 402  
   Feuer 405  
   Frühling 414  
   Jahreszeiten 409, 411  
   Liebe 408  
   Nacht 402, 405, 411  
   Ordnung 408  
   Recht 405, 408  
   Schlaf 405  
   Sonne 405  
   Tag 402, 411  
   Tod 405  
   Traum 405  
   Verblendung 408  
 Nahwirkungsgesetze 36  
 Nahwirkungsprinzip 149  
 Natur 91, 206, 255, 306, 316, 373,  
 375, 413, 422  
   Beherrschung der – 25, 27, 91  
   Kants dynamische Metaphysik  
   der – 26, 167  
   Systeme der – 206f., 320, 324  
 Naturgesetze 19–22, 24, 25, 29,  
 32f., 44, 56, 59–63, 66, 70, 86,  
 125, 136, 138, 184, 283, 287,  
 304f., 308–311, 313–317, 319,  
 342, 391–393  
   spezielle – 296f.  
 Naturkonstanten 60–62  
 Naturwissenschaften 96, 193,  
 199, 206f., 304, 313, 316, 324,  
 328, 333, 342f., 361, 363, 365,  
 380, 399  
 Nebenbedingungen (s. Theorien,  
 intendierte Anwendungen)  
 296f.  
 von Neumann  
   Axiom 153  
   Beweis 147–153  
   Dichtematrix 151f.  
   Gesamtheit 149  
   Hilbert-Raum 151f.  
   Mischung 150  
   reiner Fall 149

- streuungsfreie Gesamtheiten 150
- Newton  
 Interpolationsformel 60, 88  
 Kosmologie 269  
 Physik 26, 65–67, 132, 191, 247, 271, 289, 312f., 334, 343, 400  
 Raum-Zeit-Philosophie 268, 271
- Nominalismus 267, 306
- Numinoses 20, 27, 29, 31–33, 361, 377, 397f., 425f.
- Nutzungsmatrix 389, 392
- Objektsprache 273
- Offenbarung, göttliche 229, 232, 239f., 282
- Olympiaden 420
- Ontologisches Prinzip 153
- Operativismus 20, 24f., 26f., 31f., 147, 257
- Ort 66, 149, 166f., 293, 422
- Ortsmessung von Teilchen 37, 41, 136, 143, 174
- Ortsvektor 291–294
- Päderastie 205
- paradigmatische Beispielmenge 299
- Parallaxe 102
- Partialmodell 293, 295, 297
- Partikelkinematik 293f., 296
- Partikelmechanik 291–294, 300
- peloponnesischer Krieg 348–353
- pensée sauvage 398
- Perihel (s. Merkur) 104, 211, 289
- Philologie, klassische 199, 404, 406
- Philosophie (s. Wissenschaft, Philosophie und) 403, 420
- Physik 19, 26–28, 30, 32, 132, 168, 191, 201, 215, 266  
 Geometrisierung 249  
 klassische – 39f., 44, 66, 248f.  
 moderne – 175, 255
- Ontologie 44, 78f., 156
- Ziele 91
- Platonisches Axiom 98f., 104, 108, 114
- Popperianer 246, 282, 285, 287f.
- Positivismus 141, 143, 159, 198, 246
- Potentiale, nichtklassische 152
- Prinzip der Retrodiktion 323
- Produktivkräfte bei Marx 380
- Prognose 24, 86, 121f., 134f., 238, 246, 302, 391
- Prozesse, historische 200, 204, 235, 241f., 272, 288, 291, 297, 299, 322, 379, 383, 387, 395  
 sieben Gesetze 200, 205–207
- Ptolemäische Astronomie 100, 104, 114, 120, 131, 197f., 200, 202, 215
- Psychologie 262f., 266, 302, 308
- Qualität  
 mythisch – 402f., 405, 407f., 414, 417  
 wissenschaftlich – 399f., 423
- Quantenlogik 147–149, 168–185  
 Äquivalenz 173  
 Aussagenkalkül 172, 174f., 176, 184  
 Axiome 174  
 Disjunktion 173  
 Implikation 173  
 Junktoren 172  
 vollständige Negation 172  
 wahrscheinlichkeitstheoretisches Paradoxon in der – 180, 182f.  
 zyklische Negation 172
- Quantenmechanik 34–54, 73, 91, 134–168, 170, 172, 174, 176, 178–180, 182, 184, 198  
 Axiom S 139f., 145–146f., 153f., 165f.  
 Axiom R 139f., 142f.,

- 144–147, 153f., 156, 163, 165–167
- Eigenfunktionen 38, 150
- Eigenwerte 150
- Erhaltungsgesetze 255
- Formalismus 38, 45, 47f., 146, 152
- Ganzheit 138, 145, 153
- Hauptachsensysteme 38
- ideologische Superstruktur 45
- Individualität 138
- Katzenbeispiel 144–146
- Komplementarität 41, 44, 136, 138, 142, 157–159, 174f., 179, 184
- Operatoren 38, 47f., 135, 146
- Operatormatrixen 38, 151
- Phänomen 138
- Philosophische Axiome 138–140, 154f.
- Rechtfertigung der Axiome 154–167
- Unbestimmtheitsrelationen der – 35, 38, 40f., 44, 185
- Unbestimmtheitsrelationen als Urphänomen 44
- verborgene Parameter 41, 52, 150–153, 162
- Vollständigkeit der– 134–140, 144–154
- Wahrscheinlichkeitsaussagen 38, 41, 48
- Wirkungsquantum 42, 90
- Zustandsfunktion 46f., 134, 149, 150–152
- Quantität  
 mythisch – 405, 407f.  
 wissenschaftlich – 399f.
- Randbedingungen 55, 86
- Ramsey-Darstellung 293, 296
- Ratio 247
- rationale Entscheidung, Theorien der 388–394
- Rationalismus 83, 190, 192, 219, 232f., 343, 355
- Rationalität 194, 321, 371–374, 376f., 379, 382–388, 424f.
- Raum 66, 84, 191, 218, 248f., 257f., 260, 410, 423  
 absoluter – 83f., 260f.  
 endlicher – 256, 270  
 euklidischer – 83, 207f., 241  
 homogener – 36, 83, 248, 250, 265  
 isotroper – 36, 83, 248, 250  
 Metrik des – 249  
 Riemannscher – 208, 244, 267  
 unendlicher – 83, 259, 270  
 Raum-Zeit-Kontinuum 36, 260
- Realismus, methaphysischer 275–278
- Regeln 194f., 309–312, 314–316, 319f., 322, 324, 392f., 415  
 Entstehung von – 324–328  
 Systeme von – 194
- Reich der Freiheit 376
- Reich des Menschen 373
- Relativismus 193, 200, 207, 209
- Relativitätstheorie 61, 65–67, 73, 137, 147, 156, 167, 191, 213, 243–245, 247–250, 252, 257, 259–261, 266f., 289  
 Gleichberechtigung der Bezugssysteme 252, 260, 267f.
- Religion 374, 397f., 406
- Renaissance 81, 99, 130, 156f., 200–202, 205, 208, 215, 219, 363f.
- Restriktionsfunktion 297
- Rettung der Phänomene 99, 421
- rites  
 rites commémoratifs et funéraires 418  
 rites de deuil 418  
 rites historiques 418
- Robertson-Walkersches-Linien-element 250

- Röntgenstrahlen 364
- schematisches Operieren 371, 385
- Schlacht bei Marathon 412  
– bei Kyzikos 348
- Schluß  
Analogie – 125  
direkter – 125  
inverser – 125  
Voraussage – 125f.
- Schrödinger Gleichungen 42f., 47, 138
- Sexualtrieb 205
- Singularität 255, 418
- Situation, geschichtliche 77, 89, 164, 193, 196f., 199, 210, 215, 249, 266, 269, 272, 283, 302, 344f., 394
- Situationslogik 209, 268
- Skeptiker, antike 166
- S-Menge 331f., 357
- Sozialismus 388
- statistische Hypothesen 391–393
- Stoßgesetze 221–225, 228–232, 235–240
- Strahlungsenergie 263f.
- Strahlungsgesetz 90
- Sturm und Drang 205
- sublunarer Bereich 99
- substantive parts 158f.
- Substanz  
mythisch 405, 407, 414f., 417, 423  
wissenschaftlich 139, 154–156, 160, 166, 198, 399, 423
- Systeme, geschichtliche 193–196, 202f., 206f., 211f., 217, 321, 324, 338, 340, 344, 351, 383  
Beziehungen 195f.  
Explikation 210–214, 217, 277f., 284, 333–338, 351f., 383  
Formalisierbarkeit 195  
Mutation 210–213, 217, 219, 239–241, 283f., 333f., 336–338, 340, 383, 425  
rationale Begründung 207, 393  
Vollständigkeit 195
- Systemmenge, geschichtliche 193, 195–197, 200–208, 212f., 219, 266, 278, 282–284, 289, 302, 356f., 379, 392f.  
Harmonisierung 213–217, 246, 267, 281, 284, 386, 393f., 424  
Selbstbewegung 202, 204, 241f., 247, 283f., 356
- Tatsachen 22, 55–57, 59f., 62, 68–71, 75, 89, 120f., 132, 161, 190–193, 197–199, 201–203, 207, 210, 215, 219, 241, 244, 247, 273f., 276, 279, 281, 286, 288–290, 326f., 330, 332f., 357, 421
- Tatsachenkerne 353
- Technik 361–388, 424  
Revolution in der – 370, 386  
Zeitalter der – 28, 189, 369–388
- technisch-wissenschaftliche Intentionalität 388, 426
- Tertium non datur 171, 174, 176, 178
- Theogonie 409
- Theologie 189, 200f., 240
- Theorem des Archimedes 106–108, 113
- theoretische Begriffe 50  
– Ergänzung 293, 296  
– Funktion 296  
– Sprache 50
- theoretischer Gehalt (s. auch empirischer Gehalt) 51, 57, 71, 331
- Theorien 19f., 46, 52, 55, 63, 70f., 74–80, 84–87, 92, 96, 115–121, 124, 134, 149, 152,

- 161–163, 169, 190–192,  
 194–197, 199, 202f., 218, 241f.,  
 246, 265, 274, 282–284, 286,  
 288–290, 293f., 298–300, 302f.,  
 366f., 391  
 ad hoc Hypothesen zu – 69,  
 114f., 118  
 – als Klassen von Aus-  
 sagen 301  
 – als Konstruktionen 52, 85,  
 247, 271, 305, 346  
 – als mengentheoretische Prädi-  
 kate 291  
 – als Modelle 52  
 ästhetischer Gesichtspunkt  
 91, 93, 95  
 Annahme und Verwerfung von  
 – 76, 86, 92, 118  
 Anschaulichkeit von – 86f., 93  
 Aufstellung von – 262f., 265  
 ausgereifte – 129  
 Axiome von – 55f., 63, 84,  
 86f., 92, 161, 164, 245, 283, 311  
 Begründung von – 74f., 89,  
 91f., 271  
 Bestätigung von – 68, 245, 270,  
 278, 286, 332f.  
 Beurteilung von – 85, 87, 117  
 Bewährung von – 85  
 Eigenschaften von – 86  
 empirische Grundlagen von  
 – 56f., 59, 63, 65, 71, 74  
 Entstehung von – 91  
 erfolgreiche – 161  
 erweiterter Strukturkern von  
 – 296f., 299–300, 302  
 Falsifikation von – 68–71, 77,  
 333  
 Fundamentalgesetze einer  
 Theorie 292  
 geschichtswissenschaftliche –  
 318–358  
 Grenzfälle von – 64–67, 153,  
 169  
 Hierarchien von – 195  
 Ideal von – 55, 79, 194  
 Immunitätsstrategie 297f.  
 Inhalt von – 245f., 262  
 intendierte Anwendungen von –  
 296, 298–300  
 Konkurrenz von – 52, 63–68,  
 269, 288, 395  
 mathematische Struktur einer  
 Theorie 291–297  
 mengentheoretische Definition  
 einer Theorie – 291, 301f.  
 metaphysische Grundlagen von  
 – 90, 93  
 ontologische Grundlagen von –  
 78f.  
 philosophische Grundlagen von  
 – 83, 95  
 pragmatische Grundlagen von –  
 93, 95  
 Quaestia juris 76  
 Rechtfertigungen von – 193,  
 245, 262, 267, 271  
 Strukturgleichheit von – 64f.  
 Strukturkern einer Theorie  
 296–298, 300–302  
 theologische Grundlagen von –  
 90, 93, 95  
 Theoreme von – 55  
 – und die ontologische Struktur  
 der Welt 52f., 153  
 – und Politik 90  
 – und Technik 90  
 – und Wirtschaft 90  
 Überprüfung von – 91, 261  
 bis 263, 266, 271, 279  
 Verfügen über eine – 298f.  
 Vergleichbarkeit von – 274,  
 277f.  
 verschärfte mathematische  
 Struktur einer Theorie 296,  
 298f.  
 Testkörper 244, 260  
 Theoriendynamik 298–303  
 Titanen 402, 405  
 Trägheitsprinzip 53, 78, 100,

- 106, 121, 196, 202, 241, 244  
 transitive parts 158f.  
 Transsubstantiation 416  
 transzendente Apperzeption  
 160, 406  
 Transzendentalismus 20, 24–26,  
 31f., 50, 85, 166, 256f., 269, 284,  
 340, 398  
 Transzendenz 398
- Übersetzungsmechanismus vom  
 Gegebenen ins Theoretische  
 75–77, 87
- Universum 105, 130, 155, 157,  
 215, 243, 248–251, 268, 270–272  
 Oszillation 258
- Untergang Roms 354f.
- Urteile  
 kategorische – 166  
 Prädikate 166  
 synthetisch-apriorische – 52,  
 87
- Vergangenheit als Funktion der  
 Gegenwart 345–358
- Verifikation 68, 286, 326f., 391,  
 395
- Verifikationsregeln 77
- Vernunft 76, 82f., 99, 130, 160,  
 164f., 202f., 213, 215, 222,  
 231–233, 236f., 239f., 251, 268,  
 270f., 338, 343f., 361, 379,  
 384f., 396, 424f.
- Verstandesbegriffe 399
- Verstehen 304–307, 312, 315f.,  
 406
- Wahrheit 19, 26, 32, 62, 78,  
 160f., 189f., 192, 207–210, 219,  
 245, 271–284, 290, 301, 358, 395,  
 421, 424f.  
 Agnostizismus 280  
 Annäherung an die – 192, 272,  
 274f., 277f., 280  
 Evidenztheorie der – 281
- Falschheitsgehalt von Aussa-  
 gen 274, 277  
 Kohärenztheorie der – 281  
 Korrespondenztheorie der –  
 280f.  
 Maß des Wahrheitsgehaltes  
 274  
 pragmatische Theorie der –  
 281  
 System S 276–278, 280–283
- Wahrheitsbegriff 272, 275, 277,  
 280  
 Wahrheitsähnlichkeit 274f.,  
 277–279  
 Wahrheitsgehalt 274, 277  
 Wahrnehmung 31f., 57f., 68,  
 99f., 142, 198, 276  
 Wahrscheinlichkeitsmatrix  
 390f.  
 Wahrscheinlichkeitstheorie  
 181f., 392  
 additiver Wahrscheinlichkeits-  
 raum 181  
 Ereigniskörper 181, 183  
 Zufallsfunktion 181f.  
 wahrscheinlichkeitstheoretisches  
 Paradoxon 180–183  
 Weber-Fechnersches Gesetz  
 263
- Wechselwirkung zwischen Sub-  
 jekt und Objekt 142, 157
- Weltlinie 248
- Wirklichkeit 44–46, 50, 62,  
 134–140, 146, 154f., 160, 169,  
 198, 204, 219, 243, 246f., 257,  
 261, 270, 275, 279, 281, 289, 398,  
 402f., 412f., 421, 424f.
- Wissenschaft 119, 136, 189–192,  
 219, 272, 278, 284f., 361, 363,  
 395–400, 403, 406, 410, 420,  
 423–426  
 apriorische Grundsätze der –  
 206  
 Entwicklung 200, 210, 241,  
 300, 303

- Ideal der – 246
- kontinuierliche Evolution in der – 79–81
- logische Analyse der – 206
- Neues in den – 192
- normal science 210, 300
- Objektivität der – 55
- Philosophie und – 154–167
- Praktikabilität der – 19, 21, 50, 235, 238, 240, 242, 364
- Revolution in der – 81, 84, 161, 164, 300, 302
- revolutionary science 300
- Sterilität in der – 162f.
- Ziele der – 50, 163, 246, 272
- Wissenschaftsgeschichte 73–79, 85, 92–96, 131–133, 160–162, 164f., 194, 206, 209, 262, 272, 284, 301
- als Propädeutikum der Wissenschaftstheorie 89, 93
- bon sens in der – 77f., 81, 83, 85
- kritische Funktion der – 165
- Wissenschaftstheorie 73, 81, 84f., 89, 92
- als Organ der Wissenschaft 74
- Grundsätze der – 93f.
- historistische – 73, 81, 85, 94f., 131–133, 283f., 288, 303
- Methoden der – 93f.
- Postulate der – 94
- Regeln der – 93, 120, 122f.
- Wunder 29
- Zeit 66, 84, 191, 218, 226, 258f., 293f., 409–420f., 423f.
- Anschauung der – 253
- Dauer der – 225f., 230
- endliche – 251, 255–257, 270
- Gleichzeitigkeit 61
- Messung der – 228, 230
- Metrik der – 417f., 421
- Ordnung 418, 421
- Richtung der – 418, 421
- Topologie der – 417f.
- unendliche – 251, 253, 270
- universelle – 252f., 258
- Weltzeit 218, 252f., 256
- Zeitgestalten 410, 413f.
- Zukunftsforschung 377–379
- Delphi-Methode 378
- Konvergenzverfahren 378
- morphologische Methode 378
- Relevanz-Baum-Verfahren 378
- Trendextrapolation 378