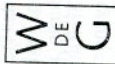


# Wissenschaftstheorie der Naturwissenschaft

von

Bernulf Kanitscheider



1981

Walter de Gruyter · Berlin · New York

Dr. *Bernulf Kanitscheider*  
ist Professor für Philosophie der Naturwissenschaft  
an der Universität Gießen

Forschungsstätte der  
Evangelischen Studiengemeinschaft  
69 Heidelberg, Schmelweg 5

15199 TP

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Kanitscheider, Bernulf:**

Wissenschaftstheorie der Naturwissenschaft /  
von Bernulf Kanitscheider. – 1. Aufl. –  
Berlin ; New York : de Gruyter, 1981.  
(Sammlung Göschchen ; 2216)  
ISBN 3-11-006811-7

NE: GT

© Copyright 1981 by Walter de Gruyter & Co., vormalig G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung, Georg Reimer, Karl J. Trübner, Veit & Comp., 1 Berlin 30 – Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden – Printed in Germany – Satz: Tutte Druckerei GmbH, Salzweg-Passau – Bindearbeiten: Lüderitz & Bauer, Buchgewerbe-GmbH, Berlin – Druck: Sala Druck, Berlin.

## Vorwort

Das vorliegende Buch stellt eine Einführung in die Wissenschaftsphilosophie dar, welche betont an den inhaltlichen Ergebnissen der heutigen Naturwissenschaft orientiert ist. Es wurde mit der Absicht verfaßt, Studenten der Anfangs- bis mittleren Semester, Lehrern von naturwissenschaftlichen Fächern, aber auch gut vorgebildeten Laien einen Einstieg in die philosophische Reflexion über die naturwissenschaftlichen Theorien zu ermöglichen. Darüberhinaus mag es auch manchem Dozenten der Philosophie eine gewisse Orientierungshilfe bei der Gestaltung von Lehrveranstaltungen bieten.

Um den Zugang zu erleichtern, wird in den ersten zwei Kapiteln eine kritische Analyse der gegenwärtig sich bekämpfenden metatheoretischen Standpunkte durchgeführt und erst anschließend kommen in den Kapiteln III–IV, dem eigentlich materialen Teil des Buches, die erkenntnistheoretischen Fragen in den aktuell heute verwendeten faktischen Theorien zur Sprache. Zuletzt wird der Gedanke thematisiert, ob die Vielfalt der gegenwärtigen Ergebnisse der Naturwissenschaft sich in immer umfassenderen Rahmen einbetten lassen.

Um Lesern, die in der wissenschaftstheoretischen und fachwissenschaftlichen Terminologie weniger bewandert sind, die Lektüre zu vereinfachen, wurde ein ausführliches Glossar angefügt.

Für eine kritische Durchsicht der ersten beiden Kapitel danke ich besonders Prof. R. Kamitz (Berlin) und für lebendige Diskussionen in vielen Detailfragen sowie die Zusammenstellung des Glossars meinem Mitarbeiter Dr. M. Stöckler; für die sorgfältige Herstellung der Reinschrift des Manuskriptes bin ich wie immer Frau Chr. Dörr verpflichtet.

*Bernulf Kanitscheider*



# Inhalt

Vorbemerkung .....	3
I. Standpunkte der metatheoretischen Betrachtung .....	7
1. Das Erbe des logischen Empirismus .....	7
2. Der Eingriff der wissenschaftsgeschichtlichen Betrachtungsweise .....	11
3. Objektive Erkenntnis .....	17
4. Wissenschaftstheorie und Naturphilosophie .....	25
II. Historische Aspekte der Wissensgewinnung .....	31
1. Phänomene und Strukturen .....	31
2. Gesetze und Invarianzen .....	37
3. Die Idee des Feldes .....	41
4. Determinismus und klassische Physik .....	44
III. Raum und Zeit .....	53
1. Absolut versus relativ .....	53
2. Das Trägheitsproblem .....	62
3. Das Mach-Prinzip und die Natur der Raumzeit in der Relativitätstheorie .....	68
4. Die Richtung der Zeit .....	81
a) Die Natur des Problems .....	81
b) Die Rolle der Thermodynamik .....	84
c) Einwände gegen den Zeitpfeil der statistischen Mechanik .....	87
d) Die Hypothese der Zweigsysteme .....	90
e) Der kosmologische Zeitpfeil .....	92
IV. Die Welt im großen .....	101
1. Die Kosmologie als physikalische Disziplin .....	101
2. Theorie und Erfahrung .....	105
a) Der Kosmos als Gegenstand .....	105
b) Das Modellobjekt der Kosmologie .....	108
c) Die Operationalisierung theoretischer Größen .....	112
d) Die empirische Entscheidung .....	113
3. Die globale Zusammenhangsform der Welt .....	118
4. Das Rätsel der Frühzeit .....	121
5. Die kosmologischen Prinzipien .....	129



V.	Die Welt der Quanten	138
1.	Die begriffliche Revolution des Wirkungsquantums	138
2.	Die Natur des Lichts	138
3.	Modell und Anschauung in der älteren Quantentheorie	144
4.	Der Korrespondenzgedanke	148
5.	Die Idee der Komplementarität	163
6.	Die Kopenhagener-Philosophie	169
7.	Quantenmechanik der Messung und das Bewußtsein	174
8.	Kausalität und Indeterminismus in der Quantenwelt	180
9.	Die physikalische Logik der Mikrowelt	194
VI.	Die Natur als Hierarchie von Strukturen	204
1.	Der Einheitsgedanke und das Reduktionsproblem	213
2.	Ungleichgewichtsthermodynamik und Strukturentstehung	213
3.	Die Stabilität der Gestalten	221
4.	Brücken zwischen den zwei Kulturen	228
	Glossar	233
	Anmerkungen	239
		253

## I. Standpunkte der metatheoretischen Betrachtung

### 1. Das Erbe des logischen Empirismus

Die gegenwärtige Situation in der Wissenschaftstheorie gleicht der eines Vorkrieges. Im Anschluß an den logischen Empirismus des Wiener Kreises, dessen relativ klare, aber zu einseitige Linie sich auf die Dauer nicht durchhalten ließ, faserte sich die Diskussionssituation zusehends auf. Der logische Empirismus, von den Gegnern meist mit dem eher pejorativ gemeinten Ausdruck „Positivismus“ versehen, stützte sich auf eine Reihe von methodischen Prinzipien, die die metatheoretische Analyse und die Rekonstruktion der Wissenschaft leiten sollten.<sup>1</sup> Die wichtigsten von diesen Grundsätzen sind folgende: 1) die Theorienkonstruktion muß immer den Ausgang vom Sinnlichen, in der Wahrnehmung Gegebenen nehmen; 2) die Verarbeitung der empirischen Daten erfolgt durch eine induktive Methode, wobei von einer endlichen Beobachtungsmenge in einem Generalisierungsschritt zu allgemeinen Gesetzen aufgestiegen wird; 3) theoretische Terme müssen durch Reduktionsverfahren auf Beobachtungsbegriffe zurückgeführt werden; 4) metaphysische Elemente sollen aus der Wissenschaft gänzlich entfernt werden; 5) der Wissenschaftsgeschichte kommt keine entscheidende Rolle bei der systematischen Rekonstruktion einzelner wissenschaftlicher Theorien zu; 6) die Wissenschaft ist in ihrem Erkenntnisbelang auf Wachstum und Fortschritt angelegt; 7) zur Klärung der sprachlichen und logisch-semanticen Grundlagen der Wissenschaft ist eine Präzisierung der Aussagen unter Verwendung der axiomatischen Methode zu befürworten.

Der logische Empirismus, der durch diese sieben Elemente nur knapp charakterisiert ist, war eine optimistische Wissenschaftsphilosophie, die sich, befreit vom Ballast der traditionellen Auseinandersetzungen, unter Verwendung des neuen Instrumentes der logisch-semanticen Analyse sicher fühlte, eine am Fortschrittsideal der Einzelwissenschaften orientierte Disziplin aufbauen zu können und die endlich in der Lage war, den „Skandal“ zu überwinden, daß die



Philosophie nichts anderes sei als die Geschichte der sich ablösenden Konstruktionen von kognitiv unentscheidbaren Systemen. Im wesentlichen hatte sich der logische Empirismus die Aufgabe gestellt, eine durchsichtige Metatheorie von einzelwissenschaftlichen Entwürfen zu liefern. Nur gelegentlich machten sich einige Vertreter des Wiener Kreises auch anheischig, eine Art wissenschaftlicher Weltauffassung zu begründen, die man heute vielleicht unter dem Terminus „empiristischer Naturalismus“ führen könnte.<sup>2</sup> Dieses weltanschauliche Moment stand jedoch nicht im Brennpunkt des Interesses.

Wenn auch in bezug auf die philosophische Grundeinstellung (Rationalität, intersubjektive Verständlichkeit, erfahrungsbahängige Kontrollierbarkeit) relative Einigkeit unter den Vertretern herrschte, so war man sich durchaus nicht völlig klar, wie weit der Kompetenzanspruch der erkenntnis-analytischen Philosophie zu gehen habe in bezug auf die Aufarbeitung und Einbeziehung materialer Details einzelner wissenschaftlicher Theorien. Es entstand die Frage: Hat der Wissenschaftstheoretiker nur das *metatheoretische Instrumentarium* zu schleifen, genauer gesagt, die strukturalen Begriffe wie „Definition“, „Explikation“, „Erklärung“, „Prognose“, „Retrodiktion“, „Hypothese“, „Gesetz“, „Theorie“, „empirische Signifikanz“, „Testbarkeit“, „faktische“ und „empirische Bedeutung“ zu präzisieren, oder sollte er auch unter *Anwendung* dieses Werkzeuges in die materiale Diskussion eingreifen? Ist es ihm gestattet, z. B. so etwas wie eine ganzheitliche Zusammenschau materialer Details der Naturwissenschaft zu erarbeiten, etwa ein *Weltbild*, das in diesem Fall wissenschaftlich fundierte Antworten auf Fragen gibt, die in der traditionellen Philosophie von der speziellen Metaphysik formuliert worden sind? In der älteren Literatur des logischen Empirismus wurde ein solches Vorhaben zumeist abgelehnt<sup>3</sup>, im Einklang mit der antimetaphysischen Haltung und als Reaktion auf die überzogenen Erkenntnisansprüche in der Naturphilosophie, wie sie zur Zeit des deutschen Idealismus vertreten wurden. Einige Autoren mit der entsprechenden Vorbildung, wie etwa *Moritz Schlick*<sup>4</sup> und *Hans Reichenbach*<sup>5</sup>, trugen die begrifflichen Analysen tief in die einzelwissenschaftlichen Theorien hinein, ohne damit aber ein synthetisches Erkenntnisideal zu verfolgen.

Auf der anderen Seite wurde die Aufgabe der metatheoretischen

Durchdringung auch oft von Einzelwissenschaftlern selbst vorgenommen; Beispiele dafür sind die Arbeiten von *Margenau*<sup>6</sup> und *Weyl*<sup>7</sup>, die allerdings nicht immer von einem Begriffsapparat Gebrauch machten, wie er dem formalen Ideal der logischen Empiristen entsprach. Allenthalben zeigte sich eine Art Komplementaritätsverhältnis zwischen materialer Detailverarbeitung und begrifflicher Genauigkeit. Symptomatisch sind hier die Arbeiten von *Hempel*<sup>8</sup> und *Carnap*<sup>9</sup>, die zwar sehr eingehende Präzisierungen von den *strukturalen Termen* wie Gesetzesartigkeit, wissenschaftliche Erklärung, theoretischer Begriff, Ramsey-Satz und dergl. enthalten, aber bezüglich des einzelwissenschaftlichen Anwendungsmaterials dieser strukturalen Terme immer nur einen exemplarischen Gebrauch von konkreten Zusammenhängen machen. Die Beispiele erfüllen die Rolle von Illustrationen, die zeigen sollen, daß die in den begrifflichen Analysen durchgeführten Rekonstruktionen und Explikationen nicht nur *logisch einwandfrei*, sondern auch *material adäquat* den einzelwissenschaftlichen Gebrauch der strukturalen Terme wiedergeben. Die Beispiele sind im allgemeinen auswechselbar; ihr materialer Aussagegehalt ist für den speziellen philosophischen (sprich: metatheoretischen) Zweck irrelevant. Die Abwendung von der Auffassung, daß Wissenschaftstheorie ausschließlich *angewandte Logik* sei und sich nur mit den allen Wissenschaften *gemeinsamen* strukturalen, erkenntnislogischen Eigenschaften abzugeben habe, wurde sicher durch Poppers Kritik des Positivismus eingeleitet, dessen Entwicklung letztlich dazu führte, der *Metaphysik* wieder eine feste Rolle innerhalb metawissenschaftlicher Betrachtungen einzuräumen, und zwar als heuristischer Vorläufer und philosophischer Rahmen für die Gewinnung testbarer Theorien.

Die Auferstehung der Metaphysik – zwar nicht als eine objektgerichtete Alternative zur Wissenschaft, aber als wesentlicher Motor für die Dynamik der Forschung – kann als eine der interessantesten geistigen Wendungen der Philosophie der letzten Jahrzehnte angesehen werden. Poppers Anliegen schon in der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg war es, eine klare *Demarkation* von Wissenschaft und Metaphysik zu liefern, ohne die letzte mit irgendwelchen pejorativen Termen wie „sinnlos“ oder „unsinnig“ zu belegen; dadurch war für ihn ohne wesentlichen gedanklichen Bruch das Tor offen für eine neue Rolle der Metaphysik. Es zeigte sich, daß man über metaphysi-



sche Voraussetzungen der Wissenschaft in einer rational (wenn auch nicht empirisch) kritisierbaren Weise argumentieren kann und daß sich eine vernünftig stützbar Trennlinie *innerhalb* des Bereiches metaphysischer Theorien ziehen läßt. Es gibt logische Argumente, welche zeigen, daß metaphysische Theorien wie Determinismus, Idealismus, Irrationalismus, Voluntarismus und Nihilismus ihre Probleme, die sie zu lösen vorgeben, schlechter bewältigen als andere, wie z. B. Indeterminismus, Realismus und Objektivismus<sup>10</sup>.

Von hier ist es nur ein kleiner Schritt, der Metaphysik die Rolle eines *Forschungsprogramms* zuzuordnen, wobei aber solche Programme nicht nur die heuristische Anregungsfunktion haben, einen Forscher auf vorhandene ungenützte begriffliche Möglichkeiten aufmerksam zu machen; metaphysische Theorien stellen vielmehr empirisch noch nicht kontrollierbare *Vorläufer* von wissenschaftlichen Theorien dar, die sich aber in semantischer Hinsicht bereits auf den gleichen ontologischen Objektbereich beziehen. Man kann sich dies an einem Beispiel klar machen: Demokrits Atomtheorie enthält bereits den semantischen Bezug (Referenz) auf eine Klasse unsichtbarer Objekte, die, kombiniert durch spezielle räumliche Anordnung und verschiedenenartige Verkettung, bestimmte Makrophänomene erklären soll. Die Koppelungen zwischen der Mikro- und der Phänomeneebene sind aber noch so unscharf und so qualitativ gehalten, daß die Atomtheorie in der klassischen Form nicht widerlegbar ist. Ihr modernes Pendant, die Theorie Bohrs, kann Phänomene wie etwa den Seriencharakter von Spektrallinien mit einem genaueren Bild der Elektronen und Energieniveaus verbinden und ist aufgrund dieser quantitativen Präzision auch empirisch testbar. Wenn der Bezugsbereich beider Theorien schon wegen der verschiedenen Aussagenreichweite natürlich nicht exakt zusammenfallen kann, so gibt es doch eine nichttriviale Klasse von Qualitäten, die das Bohrsche und das demokritische Atom teilen. Aufgrund dieser Gemeinsamkeit kann die eine Theorie der metaphysische Vorläufer der testbaren wissenschaftlichen Theorie genannt werden. In dieser Hinsicht steht die antike Vorform des modernen Atomismus nicht nur im Verhältnis eines trigger-Mechanismus, als psychologische Anregung für einfallende Physiker, sondern sie besitzt einen eigenständigen Behauptungsanspruch, der aber empirisch nicht eingelöst werden konnte. „Metaphysical theories are views about the nature of things“<sup>11</sup>, sie sind

*Deutungsschemata der Natur* sui generis, die sich zu testbaren Theorien entwickeln können, aber nicht müssen. Für konkurrierende Deutungen metaphysischer Art kann es keine empirische Entscheidung, kein experimentum crucis geben; aber dennoch wird die Entwicklung eines metaphysischen Forschungsprogramms zu einer voll durchgebildeten wissenschaftlichen Theorie, die sich empirisch bewährt, auf das konkurrierende Deutungsschema ein ungünstiges Licht werfen. Erfolgreiche Feldtheorien in allen Bereichen der Physik werden eine Kontinuumsauffassung von der Natur stärken. Die durchgehende Verwendung des Quantenprinzips wird die Auffassung bekräftigen, daß wir in einem indeterministischen Universum leben und daß dem Zufall eine konstitutive Rolle zukommt. In diesem Sinne spricht etwa P. Suppes von einer probabilistischen Metaphysik<sup>12</sup>, welche von den gegenwärtig bewährten Theorien gestützt wird.

## 2. Der Eingriff der wissenschaftsgeschichtlichen Betrachtungsweise

Im Rahmen der Neubewertung der Metaphysik ist nicht nur eine andersartige Abgrenzung derselben gegenüber der Wissenschaft gezogen worden, es sind auch einige sonderbare erkenntnistheoretische Konsequenzen zutage getreten. Die historische Verfolgung der frühen Forschungsprogramme hat jüngst bei einigen Philosophen zu einem dem Fortschrittsgedanken des logischen Empirismus völlig antagonistischen erkenntnistheoretischen Relativismus und Skeptizismus geführt, obwohl im Selbstverständnis der diachronen Wissenschaftstheoretiker diese Konsequenz abgelehnt wird. Seit Thomas Kuhns wissenschaftshistorischen Analysen<sup>13</sup> hat sich in philosophischen Kreisen eine methodische Unsicherheit breit gemacht, die manche schwanken läßt, welchen Standpunkt zwischen Historismus und Irrationalismus sie einnehmen sollen. Ausgangspunkt für diese Richtung der Wissenschaftsphilosophie ist die Überzeugung, daß die Wissenschaftsgeschichte das *einzig* Entscheidungskriterium bilden kann, an dem konkurrierende Methodologien verglichen werden können. Hatte Popper noch trotz der Vorläufigkeit aller Erkenntnisse betont, daß es übergreifend über alle wissenschaftlichen Konzeptionen einheitliche Maßstäbe gebe, worin die wissenschaftli-



che Methode bestehe und auf welche Weise man wissenschaftliche Erkenntnis gewinnt, so glaubt Kuhn dies in dem Sinne einschränken zu müssen, daß die Methoden, die den Wissenserwerb sichern sollen, nur *relativ* zu einer Epoche nichtrevolutionärer Forschung (innerhalb eines Paradigmas in der Diktion Kuhns) fixiert sind, *jezeitis* derselben aber nicht übertragbar und damit dem historischen Wandel unterworfen sind. Auch der Wahrheitsanspruch einer Theorie kann demgemäß nicht über den Rahmen der innerparadigmatischen normalen Wissenschaft hinausgezogen werden. Obwohl Kuhn seinen historischen Relativismus von einem expliziten Skeptizismus trennen möchte, ist es schwer einzusehen, wie der totale Verzicht auf einen transparadigmatischen Erkenntnisfortschritt letztlich zu etwas anderem führen kann. Wenn die Theorienansätze innerhalb eines Paradigmas in jeder historischen Epoche wirklich zu gänzlich neuen, logisch unabhängigen und material unvergleichbaren Ergebnissen führen, die bezüglich ihrer Realgeltung völlig gleichberechtigt nebeneinander anzusiedeln sind und kein einziger Standard für eine übergreifende kognitive Wertung existiert, dann bedeutet dies eben bezüglich des Wahrheitsanspruches einen *Skeptizismus*. Nur wenn man sich auf einen konsequenten Instrumentalismus im Erkenntnisvorgang zurückzieht, somit die *pragmatische* Aufgabe der technischen Anwendung von der *epistemischen* Aufgabe der ontologischen Darstellung radikal trennt, kann man noch davon sprechen, daß es zwar einen Fortschritt in der problemlösenden Kraft von Theorien geben kann, aber ohne daß wir tatsächlich in den sich ablösenden Hierarchien von begrifflichen Entwürfen mehr und genaueres über eine aspektinvariante Realität erfahren. Man muß sich klar sein, daß, wenn diese Art von Skeptizismus unwiderlegbar und unangreifbar bleibt, sie auch diejenigen Forschungsergebnisse, die *innerhalb* eines Paradigmas gewonnen werden, entwertet, denn sie stellen eben nur Resultate dar, die der Einzelwissenschaftler aufgrund seiner historischen Ignoranz, seiner Scheuklappen gegenüber der diachronen Betrachtungsweise für echte Fortschritte gegenüber früheren Zeiten hält. Wenn es keinen klaren explizierbaren Zustrom von Wissen zwischen Demokrit und Gell-Mann in bezug auf den elementaren Aufbau der Materie gibt, dann sind auch die gegenwärtigen Investitionen in die Hochenergiephysik wissenschaftspolitisch nicht zu verantworten, denn alle diejenigen, die durch ihre Steuern gegenwärtig diese Unternehmungen stützen, glauben daran, daß die Entdeckung des

$\psi$ - oder  $Y$ -Teilchens (Hadronen, die jeweils zu einer Erweiterung des Quark-Schemas führten) nicht nur einen rahmenabhängigen, sondern echten Fortschritt bedeutet.

Spezieller stützen sich die Neorelativisten bei ihrer Inkommensurabilitätsthese auf die radikale Bedeutungsverschiebung aller Terme. Da Theorien, so wird argumentiert, die durch eine wissenschaftliche Revolution getrennt sind, die Ausdrücke grundsätzlich anders verwenden, ist nicht einmal ein logischer Vergleich zwischen beiden möglich. Sie sind nicht nur miteinander inkompatibel, unverträglich, sondern inkommensurabel, mit keinem gemeinsamen Maß meßbar. Aus der Inkommensurabilität folgt somit die Unmöglichkeit, überhaupt eine Aussage über Verträglichkeit oder Unverträglichkeit zu machen. Die Befürworter der Inkommensurabilitätsthese müßten sich damit jeder Behauptung über das logische Verhältnis von zwei Theorien aus verschiedenen Paradigmata enthalten, wenn sie sich nicht in ein widersprüchliches Urteil über den Diskontinuitätscharakter von Revolutionen verstricken wollen.

Entscheidend ist es, ob man den Historikern die Behauptung von der Bedeutungsverschiebung überhaupt zugeben will. Die Stellungnahmen dazu sind verschieden. Während Cordig<sup>14</sup> die semantische Verschiebung zwar zugesteht, aber die Veränderung nicht als radikal betrachtet, leugnet Krajewski dieselbe überhaupt<sup>15</sup>. Kuhns wichtigstes Beispiel in dieser Hinsicht ist die Verwendung des Terms „Masse“ in der klassischen Mechanik und der speziellen Relativitätstheorie. Da „Masse“ bei Newton als innere unveränderliche, bei Einstein aber als geschwindigkeitsabhängige Eigenschaft gefaßt ist, sind nach Kuhn die beiden Begriffe unvergleichbar. Dabei wird allerdings vorausgesetzt, daß erst die Gesamtheit der Axiome und Theoreme in der Theorie die Bedeutung eines einzelnen Termes vollständig fixieren. Es ist sicher richtig, daß die Definitionen, wie sie in den Interpretationsannahmen der Axiome einer Theorie auftauchen, immer nur einen Kern der Intension eines Begriffes wiedergeben, die weiteren Eigenschaften des hypothetisch intendierten Objektes aber im Rahmen der deduktiven Ausarbeitung der Theorie gefunden werden müssen. Doch selbst wenn man diese Einteilung zugesteht, dann bleibt die zentrale Bedeutung des Masseterms, ein Maß für die Trägheit zu sein, in beiden Theorien bestehen. Natürlich gibt es neuartige *synthetische Aussagen* über die Körper in der speziellen Relativitäts-



theorie, und zu denen gehört auch die klassisch nicht vorhandene Geschwindigkeitsabhängigkeit der Masse. Daß es in beiden Theorien synthetische Sätze gibt, die inkompatibel sind, ist vereinbar damit, daß beidesmal die gleichen objektiven physikalischen Systeme angezielt werden. Ähnlich verhält es sich mit einem anderen Fall einer wissenschaftlichen Revolution, Bohrs Quantentheorie der Strahlung. Bohr gab zwar einen ganz anderen Mechanismus für die Aussendung von Strahlung an als die klassische Theorie (vgl. Kap. V), aber dennoch wird in beiden Theorien der Begriff der Frequenz mit der Kernbedeutung „Zahl der Schwingungen pro Zeiteinheit“ verwendet, wenn auch andere miteinander unvereinbare Aussagen dazukommen. Überdies sind der klassische und der quantenmechanische Frequenzbegriff  $\nu_{kl}$  und  $\nu_{qu}$  noch durch ein *Korrespondenzprinzip* verknüpft, das den stetigen Übergang von  $\nu_{qu}$  in  $\nu_{kl}$  für hohe Quantenzahlen zum Inhalt hat. Die Existenz der Vielzahl von Korrespondenzprinzipien, mit denen das Netzwerk der physikalischen Theorien untereinander über die historischen Schranken hinweg verbunden ist, ist im Rahmen des neuen historischen Relativismus unverstänlich, genauer gesagt: das numerische Zusammenfallen von Werten von andersartigen Parametern in verschiedenen Theorien für bestimmte Grenzübergänge muß als unerklärliche Koizidenz aufgefaßt werden, der keine systematische Bedeutung zukommt. Läßt man einmal die These von der radikalen Bedeutungsverschiebung fallen, sind die verschiedenen begrifflichen Rahmen nicht mehr durch die Kluft der Unübersetzbarkeit getrennt<sup>16</sup>. Begriffe aus verschiedenen Theorien über den gleichen Objektbereich besitzen eine semantische Teilgemeinsamkeit. So gelten etwa die Aussagen über räumliche und zeitliche Intervalle in der klassischen Mechanik bezugssystemunabhängig, aber in der speziellen Relativitätstheorie nurmehr *in* einem Lorentz-System. Wegen der partiellen Bedeutungsüberschneidung sind Theorien vor und nach Revolutionen wohl vergleichbar, auch dort, wo sie eigenständige Aussagen machen, sie sind allerdings da unvergleichbar, wo die neue Theorie über Parameter läuft, die in der Vorgängertheorie gar nicht vorkommen. Wir schließen uns also eher der Meinung an: „I assert that this kind of comparison between systems is always possible. Theories which offer solutions of the same or closely related problems are as a rule comparable, I assert, and discussions between them are always possible and fruitful; and not only are they possible, but they actu-

ally take place“<sup>17</sup>. Dies deckt sich auch mit der Meinung maßgeblicher Semantiker wie D. Shapere und H. Putnam, welche neuerdings die Idee der *Transparenz* befürworten, wonach trotz eines Theorienwandels die Referenz faktischer Begriffe gleichbleibt. Nicht die Bedeutung der Ausdrücke, sondern das Wissen über die Referenzen verändert sich. Daß die radikale Bedeutungsverschiebungstypese sicher stark übertrieben ist, sieht man auch daran, daß es eine Reihe von Beispielen aus der Wissenschaftsgeschichte gibt, wo Fortschritte, die auf dem Boden ganz verschiedener Weltbilder standen, nicht nur verständnisvoll, sondern sogar fruchtbar miteinander sprechen konnten. Das beste Beispiel aus neuester Zeit ist hier die Auseinandersetzung zwischen Einstein und Bohr, die vom Leitbild einer realistisch deutbaren deterministischen Kontinuumsphysik einerseits und von einer vollständig statistischen Diskontinuumsphysik andererseits getragen waren; dennoch redeten die beiden nicht aneinander vorbei, sondern förderten im rationalen Diskurs neue Forschungsergebnisse zu Tage. Einstein entdeckte mit seinen Mitarbeitern einen neuen Typ quantenmechanischer Zustände, bei denen Korrelationen von wechselwirkungsfreien Systemen möglich sind (verschränkte Systeme) und Bohr wurde aufgrund des EPR-Argumentes zur Relationalisierung des quantenmechanischen Zustandsbegriffes geführt.

Am wenigsten überzeugend ist Kuhns These, daß das Paradigma auch die Erfahrung von Grund auf verändert; diese Behauptung geht von der schon früher von anderen Autoren geäußerten Theorie der beladenheit aller Fakten aus<sup>18</sup>. In dem viel verwendeten Beispiel von der Blaskammeraufnahme ist es nicht so, daß der Laie und der Elementarteilchenphysiker unterschiedliche Dinge *sehen*, der optische Wahrnehmungseindruck ist genau gleich wie auch bei dem Alltagsbeispiel, wo ein Heliozentriker und ein Geozentriker beide das gleiche optische *Erlebnis* von der auf- und untergehenden Sonne haben; der Unterschied in beiden Fällen liegt im anschließenden Deutungsvorgang, bei dem das theoretische Wissen eingesetzt wird. Diese beiden Phasen des Erkenntnisvorganges sind durchaus zu trennen. Im Blaskammerbeispiel ist dies besonders deutlich, weil hier effektiv nur die Spuren, d. h. die Wirkungen der Teilchen zu sehen sind, die Ursachen selbst sind die hypothetisch erschlossenen Objekte, die aus nomologischen Gründen prinzipiell unsichtbar sind; aber



auch beim Makrobeispiel der Sonnenbewegung sind alle unsere Wahrnehmungen sicher geozentrisch, die Bewegung der Erde ist eine hypothetische Rekonstruktion, die mit dem gesamten Erfahrungsmaterial aber in Einklang ist. In gleicher Weise hat Kuhn auch die Entdeckung des Uranus in sein historisches Schema gepreßt. „Da nach älterer Auffassung die Zahl der Planeten (5 + Erde) feststand, sahen' alle Beobachter bis Herschel einen Fixstern. Als aber nach einer kurzen Phase, wo man den Uranus vergeblich in die Bahn eines Kometen einzupassen versucht hatte, sich die Planetendeutung bestärkte, gab es in der Welt der professionellen Astronomen einen Stern weniger und einen Planeten mehr“<sup>19</sup>. Der Fehler dieser Deutung liegt hier darin, daß es sich nicht um eine tatsächliche Verschiebung des Sehbildes handelt – man hätte ja theoretisch leicht, wenn man das menschliche Auge als eine Kamera betrachtet, Aufnahmen von vor 1781 mit solchen von nach 1781 vergleichen können – sondern daß das gleiche Bild in einen unterschiedlichen Deutungsrahmen eingebettet worden ist. „In wissenschaftlichen Revolutionen ändert sich die Welt, die wir sehen und in der wir uns zurecht zu finden meinen, nicht. Was sich ändert, sind nur die in unseren Theorien formulierten Erklärungen dessen, was wir sehen“<sup>20</sup>. So sind die *Beschreibungen*, die Aristoteles, Newton und Einstein von dem Phänomen eines fallenden Körpers geben, sicher gleich, aber die Frage, warum sich der Körper so wie beobachtet verhält, wird im ersten Fall durch das Streben zum natürlichen Ort, im zweiten unteleologisch durch die Wirkung der Gravitationskraft, im dritten durch das Geodätenprinzip verständlich gemacht.

Eines sollte noch einmal betont werden, unabhängig davon, ob man die Inkommensurabilitätsthese für Paradigmen (Kuhn) oder für Theorien (Feyerabend) behauptet, in jedem Fall führt der Standpunkt des konsequenten Antikumulativismus, wonach das Wissen einer normalwissenschaftlichen Periode sich nicht in irgendeiner Weise zu dem einer anderen hinzufügen läßt, letztlich zum *Skeptizismus*. Ob Okkasions- oder Permanentrevolutionismus die Entwicklung des Wissens über einen autonomen Gegenstandsbereich in grundsätzlich unvergleichbare Epochen zerlegt, ist letztlich unwesentlich – wenn es nicht *irgendeine* Art von Kontinuität zwischen den Forschungsprogrammen, z. B. nach der Art von Lakatos gibt<sup>21</sup>, also eine Synthese von Revolution und stetiger Entwicklung, dann wird

die Arbeit an einem wissenschaftlichen Weltbild zu einem unverbundlichen Spiel, das vielleicht von pragmatisch instrumentellem Interesse ist, aber keine kognitive Relevanz besitzt. Der Grund hierfür liegt darin, daß dem Bewertungsproblem von konkurrierenden Methodologien völlig ausgewichen wird. Wenn es keine Bewertungskriterien zwischen alternativen Paradigmen gibt mit Ausnahme des subjektiven Konsensus, dann ist auch das Wissen, das innerhalb eines Paradigmas gewonnen wird, relativiert<sup>22</sup>. Die früher angeführten Argumente reichen jedoch hin, um zu zeigen, daß in der gegenwärtigen Situation ein solcher Erkenntnisrelativismus nicht angenommen werden muß, daß vielmehr, als Folge der durchlässiger gewordenen Grenzen zwischen Philosophie und faktischer Wissenschaft, von der Biologie her eine Stützung des objektiven Charakters von Erkenntnis erwachsen ist.

### 3. Objektive Erkenntnis

Im gegenwärtigen Spektrum wissenschaftstheoretischer Bemühungen sind indessen nicht nur destruktive Strömungen enthalten, die den älteren Positivismus durch relativistische, irrationalistische, anarchistische<sup>23</sup> Methodologien ersetzen wollen, sondern es sind durchaus auch konstruktive Bemühungen um die Kontinuität objektiver Erkenntnis zu verzeichnen. Eine von ihnen rührt von einem Ansatz her, der zuerst von einer Einzelwissenschaft, nämlich der Biologie, ausging, dann aber von der Philosophie aufgenommen wurde. Was die auf biologischer Basis aufgebaute Erkenntnistheorie mit den vorstehend geschilderten historisierenden Tendenzen gemeinsam hat, ist die Einbeziehung des Zeitfaktors in den Prozeß des Wissenserwerbs. So verschieden die klassischen Positionen der Epistemologie auch sein mögen (Empirismus, Rationalismus, transzendentaler Idealismus, kritischer Realismus etc.), allen war gemeinsam, daß sie die Erkenntnis statisch als fertig gegebenes Vermögen betrachteten, das es zu analysieren galt. Die Aufmerksamkeit galt dem *Rechtfertigungsproblem* der Erkenntnis, wie es sich etwa in der kantischen Frage spiegelt: Wie ist Mathematik, Naturwissenschaft, Metaphysik möglich? Dabei wurde immer ein bestimmtes logisches



Denkvermögen, mit dem Theorien konstruiert, Ableitungen vorgenommen, Experimente durchgeführt werden, schon vorausgesetzt. Es war naheliegend, daß der Anstoß von der Biologie, Physiologie und Ethologie kam, den Prozeß der Erkenntnisgewinnung in einer naturalistischen Weise von außen zu betrachten<sup>24</sup>. Anstatt die Denkfigur zugrunde zu legen, wonach ein in seinen Phänomenen gefangenes Subjekt fragt, wie es zu verstehen sei, daß sich innerhalb seiner Erscheinungswelt relativ stabile Muster auffinden lassen und ob es berechtigt sei, diese mit irgendwelchen transsubjektiven Dingen „in Korrelation zu setzen“, wird von vorneherein der Ansatz vorgegeben, daß menschliches Erkennen (aber sicher auch bis zu einem bestimmten Grad tierisches) als eine Wechselwirkung zwischen einem realen aktiven lebendigen System (nicht Subjekt!) und einer ebenso realen Gegenstandswelt (nicht Außenwelt!) aufzufassen sei. Das objektivistische Moment steckt hier natürlich schon im Ansatz drin, und es kann sich nur rechtfertigen durch seine Leistung, nämlich dadurch, ob es wirklich möglich ist, auf dieser Basis das Funktionieren von Erkenntnis ohne Rest zu verstehen. Das erkennende System, als ein Stück biotischer Materie mit einer kognitiven Struktur aufgefaßt, hat in dieser Sicht keine ontologisch ausgezeichnete Position unter den anderen physischen Systemen der Welt. Die kontingente Tatsache, daß unser Ich-Bewußtsein sich in einem dieser Systeme wiederfindet, daß wir also jeder an ein bestimmtes materielles System gebunden sind, legt den notwendigen Ausgangspunkt des Erkenntnisprozesses fest, geht aber weder in den Inhalt des Ergebnisses noch in den objektiven Status der Aussagen ein. Daß Menschen mit bestimmten beschränkten Erkenntnismitteln auskommen müssen, ist verständlich, wenn man in Betracht zieht, daß der Erkenntnisapparat ein Ergebnis der Evolution ist. Was sich von der Sicht des kognitiven Systems her als *Objektivierung* ausnimmt, daß nämlich Gruppen von Phänomenen als Auswirkungen einer kausal auf dieses System einwirkenden autonomen Gegenstandswelt aufgefaßt werden, ist danach nicht nur ein Schritt *logischer Konstruktion*<sup>25</sup>, sondern ist unter Vorgabe bestimmter biologischer Zusammenhänge über den physischen Bau des Erkenntnisystems im Sinne faktischen Wissens verstehbar. Ist diese Rekonstruktion einmal durchgeführt, können die im Ansatz verwendeten biologischen Gesetzmäßigkeiten in die damit erstellte Theorie der Erkenntnis nachträglich einbezogen werden.

Entscheidend ist nun der evolutionäre Gesichtspunkt an diesem biologischen Ansatz<sup>26</sup>: Erkenntnis wird danach als Leistung eines organischen Systems angesehen, das dieses im Laufe der Stammesgeschichte hervorgebracht hat. Das epistemische Vermögen, das im Dienst der Arterhaltung steht, ist durch Wechselwirkung mit seiner Umgebung entstanden, und der Passungscharakter der subjektiven Erkenntnisstrukturen ist über den Adaptionsvorgang verstehbar. Der Erkenntnisapparat kann nicht völlig falsche Informationen über die Realstrukturen liefern; dies wird durch den Druck, den das Ziel zu überleben ausübt, erzwingen. Simpons klassisches Beispiel erhellt dies immer noch am deutlichsten: „Der Affe, der immer zu kurz sprang, wenn er sich von Baum zu Baum schwingen wollte, gehört nicht zu unseren Vorfahren“.

Die dynamische Betrachtungsweise des Instrumentes der Wissensgewinnung gestattet nicht nur die Frage, wie der Erkenntnisserwerb funktioniert und *wieso* bestimmte Inhalte mit Fug und Recht behauptet werden können, sondern auch die Frage, *warum* der Mensch überhaupt dieses Vermögen besitzt und welche logische Abhängigkeit zwischen der Gültigkeit bestimmter Erkenntnisinhalte und der Dynamik des Erkenntnisystems besteht. Als Ursache für das Vorhandensein der epistemischen Fähigkeit überhaupt wird von der Biologie ein Anpassungsvorgang angeführt derart, daß die Möglichkeit der Aufnahme von Information über seine Umgebung dem organischen System einen Selektionsvorteil verschafft. Indizien für diesen Vorgang sind in den in der Morphogenese entstehenden Bildern der Außenwelt – Flossen als Abbilder der hydrodynamischen Eigenschaften des Wassers, Augen als Abbilder des Sonnenlichtes – zu erblicken. Hier enthüllt sich nun eine Art des Ablaufes der Wissensgewinnung, die durchaus kumulativ ist. Überblickt man die Evolution von den einfachsten Lebewesen bis zu den höchst organisierten, so zeigt sich, daß in der kognitiven Auseinandersetzung aller Biosysteme mit ihrer Umgebung niemals ein Widerspruch auftritt. Für Lorenz ist dies eine der überzeugendsten Tatsachen, die für einen hypothetischen Realismus in der Erkenntnistheorie sprechen. Als entscheidend muß es angesehen werden, daß die in Aussageform transformierten Erfahrungen unterschiedlich organisierter Lebewesen nicht nur miteinander *vereinbar* sind, das wäre auch der Fall, wenn sie vollständig irrelevant zueinander wären, sondern sich in ihrem



Informationsgehalt im Sinne einer Verfeinerung *zusammensetzen* lassen. Daß die Erfahrungen der verschiedensten erkennenden Systeme jeder Organisationsstufe kumulativ verkettbare Aussagen liefern, ist sicher in einfachster Weise dadurch zu erklären, daß ein Stück unbekannter Realität auf Erkenntnisapparate verschiedenen Auflösungsvermögens eingewirkt hat.<sup>27</sup> Ist also der Erkenntnisprozeß in der biologischen Entwicklung durchaus im Sinne einer fortschreitenden Verfeinerung deutbar, so ist es nahelegend, die kulturelle Evolution als deren natürlichen Nachfolger anzusehen. Die trial and error-Methode läßt sich als Instrument der Wirklichkeitsbewältigung von den lebensdienlichen bis zu den kognitiven Interessen verfolgen. Man muß sich allerdings klar sein, daß hier eine logisch-strukturelle Analogie verwendet wurde. In beiden Evolutionstypen findet man Elemente, die homologe Rollen spielen und ähnlichen Gesetzen folgen.

Popper hat den Gedanken der evolutionären Betrachtungsweise aufgenommen<sup>28</sup> und sein früheres falsifikationistisches, eher antikulminatives Erkenntnismodell – das zwar schon die logische Struktur des Überlebens des Tüchtigsten besitzt, dem aber noch der entscheidende Kontinuitätsgedanke abgeht – mit dem Gedanken des Wissenswachstums verbunden. Beim Wissenserwerb gehen wir nicht, wie der ältere Positivismus meinte, von einem Satz neutraler Daten aus, sondern von Problemen, die Anlaß zu Lösungsvorschlägen (Vermutungen) geben, und versuchen anschließend, die deduktiven Konsequenzen auf ihre empirische Adäquatheit zu prüfen. In dem gleichen Sinne wird auch jedes Tier mit einem Horizont von Erwartungen und Antizipationen geboren, welche bei den höchsten Tieren als Hypothesen formuliert werden. Schaffen so die angeborenen Erwartungen die ersten Probleme, so besteht der Erkenntnisfortschritt in der Berichtigung und Abänderung des prädisponierten Wissens. Damit gibt es einen stetigen Zusammenhang des Wissenswachstums im ganzen Reich des Lebendigen. Der Erkenntnisfortschritt hat die gleiche logische Struktur wie Darwins natürliche Auslese. Im einen Fall handelt es sich um einen Existenzkampf der Individuen und im anderen um einen Konkurrenzkampf der Hypothesen. Popper geht es besser als Lorenz, einem biologischen Pragmatismus auszuweichen, wonach menschliche Erkenntnis nur Mittel im Lebenskampf darstellt. Die tüchtigsten Hypothesen sind nicht immer die,

die zum eigenen Überleben beitragen, sondern die das Problem am besten lösen, indem sie jene Theorien finden, die am besten mit den Tatsachen übereinstimmen. Das Schlagwort „Überleben“ darf nur als ein metaphorisches Strukturanalogon gewertet werden, denn es ist mit *logischen* Methoden zu ermitteln, ob eine Hypothese den Kampf mit den Konkurrenten besteht, aber durch *Beobachtung* zu entscheiden, welche Spezies die stärkere ist. Für eine evolutionäre Theorie des Erkennens und des Wissenswachstums ist es entscheidend, daß sie die Lösung der reinen Erkenntnis vom biologisch Dienlichen formulieren kann. Sie muß daher annehmen, daß der Selektionsdruck einen Erkenntnisapparat erzeugt hat, der *allgemeiner ist*, größere Reichweite hat als zur Arterhaltung notwendig. Das geistige Erkenntnisvermögen muß genügend Offenheit besitzen, um theoretische Konstrukte zu entwerfen, die den nichtphänomenalen Teil der Wirklichkeit erfassen. Wir wissen durch das Versagen der Anschaulichkeit in den fundamentalen Bereichen der Wissenschaft, daß die Grundstrukturen der Wirklichkeit nur zugänglich werden, wenn man die grobsinnlichen Kategorien, die für die Beschreibung der Oberflächenbeschaffenheit unserer physischen Umgebung notwendig waren, überschreitet. Das Prinzip der Komplementarität in der Quantenmechanik ist ein Beispiel aus der Physik im Kleinen, und die Verwendung von gekrümmten Raumzeiten in der Relativitätstheorie ist eines aus der Physik der ganz großen Bereiche.

Was durch den evolutionären Standpunkt bei der Erkenntnisgewinnung geliefert werden kann, ist natürlich nur ein suggestiver Hinweis auf eine realistische Wissenschaftsphilosophie, aber es ist sicher kein strenger Beweis für die Notwendigkeit einer solchen Rekonstruktion des Wissenserwerbs. Die evolutionäre Erkenntnistheorie trägt der Tatsache Rechnung und ist vereinbar damit, daß der Mensch Produkt der biologischen und in der Folge der sozialen und kulturellen Evolution ist, und als deskriptive Epistemologie erhebt sie überdies den Anspruch darauf, analytisch konsistent zu sein.<sup>29</sup> Der Rekurs auf eine faktische Theorie bei der Rekonstruktion des Erkenntnisprozesses verhindert allerdings jede Art von Letztbegründung. Er macht vielmehr von einem kontingenten Faktum Gebrauch, das im Rahmen dieses Ansatzes nicht weiter begründet wird. Gibt man diesen Startpunkt für die Analyse aber einmal vor, so kann im Rahmen der damit erreichten Erkenntnisreflexion auch ein epistemisches



Verständnis der als Einstieg gewählten Ausgangstheorie erreicht werden. Für eine Teilfunktion der Erkenntnis, dem Sehvermögen, hat Campbell ein instruktives Beispiel für die Abhängigkeit einer Erkenntnisfähigkeit von einem kontingenten Faktum geliefert.<sup>30</sup> Niemand hätte aus dem Wissen einer Protozoe schließen können, daß das Sehen sich auf die Ausnützung eines günstigen Zufalls stützen wird, nämlich daß für ein enges Band von elektromagnetischen Wellen die meisten Körper undurchsichtig sind, zugleich aber auch undurchdringlich gegenüber Bewegungen. In diesem Teil des Spektrums sind Substanzen wie Wasser und Luft transparent, aber auch gut durchdringbar, während für andere Spektralbereiche diese Ko- inzidenz verschwindet. Nicht hineinpassende Substanzen, wie Glas und Nebel, haben in der Ökologie der Evolution offensichtlich keine Rolle gespielt. Entscheidend ist hier, daß die Sehfunktion sich zwar um diese kontingente Schlüsseigenschaft der Natur gebildet hat, dennoch aber die Information, die wir mit dem so entstandenen Organ erhalten, nicht mehr in ihrer Gültigkeit von dieser Zufälligkeit abhängig ist. Deshalb ist die evolutionäre Erkenntnistheorie auch kein zirkuläres Unternehmen; allerdings kann sie die Forderung nach einer ultimativen Fundamentierung des Wissens, einer Letztbegründung der Erkenntnis, nicht erfüllen. Jedenfalls ist die Voraussetzung, daß es sich bei der speziell dabei verwendeten einzelwissenschaftlichen Theorie bereits um echte Erkenntnis handelt, keine *petitio principii*, sondern es handelt sich um eine rückgekoppelte Vorgangsweise, bei der von einem frei gewählten Ansatzpunkt der Erkenntnisprozeß aufgerollt wird und das Ergebnis dann anschließend wiederum zum Verständnis auch der speziellen Einstiegstheorie, in diesem Fall des Neodarwinismus, verwendet werden kann.

Der genetische Standpunkt kann sicher dazu dienen, die Glaubwürdigkeit einer realistischen Wissenschaftsauffassung zu stützen; es gibt jedoch auch davon unabhängig Argumente, die die Tragfähigkeit eines solchen Ansatzes einsichtig machen. Man kommt am besten dazu, indem man den Kern der Differenzpunkte der einzelnen erkenntnistheoretischen Ansätze Revue passieren läßt. Dies kann man sehr gut anhand der Rolle studieren, die einer wissenschaftlichen Theorie zugebilligt wird. Dazu gibt es ein weites Spektrum von Meinungen. In einer ersten Näherung kann man den phänomenalistischen, operationalistischen und instrumentalistischen Stand-

punkt zusammenfassen und als idealistische Deutungen bezeichnen, da ihnen ein betonter Vorrang des ideell-begrifflichen Elementes gemeinsam ist. Während der Phänomenalismus vertritt<sup>31</sup>, daß Theorien ökonomische Beschreibungen von aktualen und möglichen Sinneswahrnehmungen sind, verlangt der Operationalismus<sup>32</sup>, daß alle deskriptiven Terme einer Theorie mit Anweisungen auszustatten sind, wie die entsprechenden Größen gemessen werden können, ansonsten dem Term keine kognitive Bedeutung zukommt, und der Instrumentalismus leugnet überhaupt<sup>33</sup>, daß Theorien eine andere als eine syntaktische Funktion besitzen, derart, daß bestimmte empirische Eingangsdaten in konventionalistischer Weise mit den prognostischen Ausgangsdaten verbunden werden, der dabei verwendete Umsetzungsmechanismus aber für eine reale Beschreibung keine faktische Bedeutung besitzt.

Ebenso wie der Ausdruck „Idealismus“ im epistemologischen Sprachgebrauch, so ist der Terminus „Realismus“ im gleichen Kontext eine Abkürzung für eine Gruppe von Standpunkten, innerhalb derer man u. a. einen strukturalen, repräsentativen, hypothetischen, kritischen und naiven Realismus als verschiedene Versionen unterscheiden kann. Wie immer die Elemente dieser Begriffsfamilie getrennt werden, worauf wir hier nicht in extenso eingehen können, allen Spielarten ist sicher die semantische Tatsache gemeinsam, daß die faktischen Gesetze und Theorien der Wissenschaft sich auf einen Aspekt der transsubjektiven Wirklichkeit richten, d. h. über bestimmte vermutete strukturelle Eigenschaften derselben reden, andererseits aber von Erfahrungen – d. s. epistemische Wechselwirkungsereignisse zwischen Natur und kognitivem System – geprüft werden. Das entscheidende Moment in dieser Gemeinsamkeit besteht darin, daß der *referentielle* Bezug und der *evidentielle* Rücktransfer von Information über die faktische Adäquatheit einer Theorie, der über den experimentellen Test erfolgt, begrifflich auseinander gezogen werden.<sup>34</sup> Der Sachbezug einer Theorie, der über die semantische Kategorie der Referenz ausgedrückt wird, hat zumeist nicht die einfache Form, wie wir es in dem vorstehenden Satz formuliert haben. In den hochentwickelten Wissenschaften ist häufig zwischen Theorie und Realität noch ein idealisierendes Modell eingeschaltet, so daß die Theorie sich zuerst auf die vereinfachende und mathematisch besser zu handhabende Modellvorstellung bezieht und erst diese



dann von realen Systemen handelt. So befaßt sich die klassische Teilchendynamik zwar mit Planeten, aber vermittels des vereinfachten Modells des Massenpunktes, und in der Friedman-Kosmologie, wie sie in der Relativitätstheorie verwendet wird, gebraucht man eine perfekte Flüssigkeit als idealisierendes Modellobjekt der kosmischen Materie.

Der entscheidende Unterschied in der Auseinandersetzung zwischen der idealistischen und realistischen Position besteht in der andersartigen Bewertung der Beobachtungsdaten. In realistischer Sicht wird das Beobachtungsmaterial nur im methodologischen Sinne, also den Test einer Theorie betreffend, verwendet, d. h. um etwas über den Bewährungsgrad der theoretisch-abstrakten Hypothesen zu erfahren. So gesehen ist es nicht das Ziel der Theorie, über Erfahrungen zu sprechen; der Anspruchsanspruch geht darauf aus, zumindest in ausgewählten Zügen und unter Wahrung des hypothetischen Charakters aller Aussagen die gesetzesartigen Strukturen realer Systeme zu erfassen. Nur in einem winzigen Teilbereich des Bezugsbereiches existieren sogenannte epistemische Koppelungen, die zu Wahrnehmungen führen, welche dann die Rolle von Testinstanzen spielen können. So spricht eine paläontologische Theorie über das reale ausgestorbene Tier in der Vergangenheit und verwendet die gefundenen Skelettreste als stützendes Material für die hypothetische Rekonstruktion. Ebenso handelt eine Elementarteilchentheorie vom Proton, Neutron, Elektron, aber nicht von den Spuren in der Nebelkammer. Das Skelett und die Ionisierungsspuren stellen das stützende (oder unterstützende) empirische Material für (oder gegen) eine vorliegende Hypothese dar. Aufgrund der deutlichen Unterscheidung von Referenz und Evidenz ist es keine Schwierigkeit, der *Überschubbedeutung*, die eine hochrangige Theorie über die Menge der Testinstanzen hinaus besitzt, Rechnung zu tragen, und man ist nicht gezwungen, artifizielle Übersetzungen der Theorie zur Elimination der nichtempirischen Terme vorzunehmen. Abgesehen davon haben begriffliche Analysen gezeigt<sup>3,5</sup>, daß Reduktionsverfahren unter Verwendung der logischen Sätze von Ramsey und Craig sowieso keine Entscheidungen in erkenntnistheoretischer Hinsicht bringen können, sondern die metaphysische Argumentationslast nur verlagern. Wir werden uns in den weiteren Abschnitten des Buches an den eben befürworteten metatheoretischen Standpunkt halten und eine Analyse der

zentralen Aussagen der Naturwissenschaft, vor allem der Physik, unter diesem Gesichtspunkt vornehmen.

#### 4. Wissenschaftstheorie und Naturphilosophie

Ehe wir an diese Arbeit gehen, ist aber noch auf eine Unterscheidung aufmerksam zu machen, die für die Behandlungsart des Stoffes in der Folge entscheidend sein wird. Die allgemeine Wissenschaftstheorie versteht sich im wesentlichen als Anwendung der formalen Logik und Semantik mit dem Ziel, die strukturalen Schlüsseltermine, die zur Metastruktur aller Wissenschaften gehören, zu klären.<sup>36</sup> Unter spezieller Wissenschaftstheorie versteht man hingegen jene Begrenzung der allgemeinen Resultate, welche objektbereichsspezifische Komponenten besitzen. Dies bedingt etwa die besondere Betonung der Funktionalanalyse in einer Wissenschaftstheorie der Biologie, die Analyse von Variationsprinzipien und Erhaltungssätzen in einer Wissenschaftstheorie der Physik und die Rolle von „self fulfilling prophecy“ und „suicidal prediction“ in einer Wissenschaftstheorie der Sozialwissenschaften. Bei einer solchen Spezifizierung wird zwar den methodologischen, semantischen und logisch-strukturellen Besonderheiten einer Wissenschaft Rechnung getragen, jedoch wird noch kein kognitiver Gebrauch von den materialen Inhalten der Aussagen der betreffenden Wissenschaft gemacht. Die speziellen Gesetze, Theorien und Hypothesen erfüllen auch hier nur den Zweck, exemplarische Veranschaulichung des Funktionierens einzelner Metatheoreme zu sein. Sie sind die Testfälle der Aussagen über die Wissenschaftsstruktur. Nun lehrt aber ein kurzer Blick auf die Themenkreise der einschlägigen Zeitschriften, daß dort noch ein anderer Typ von Problemen abgehandelt wird, der nicht nur über die Art wissenschaftlicher Argumentation, die logische Form eines Gesetzes oder die Quelle theoretischer Terme geht, sondern von den Ergebnissen der Wissenschaft Gebrauch macht. In diese Kategorie gehören alle jene Sachgebiete, die in der traditionellen Philosophie – unter anderen methodischen und faktischen Voraussetzungen – in der Rubrik der *metaphysica specialis* oder Naturphilosophie abgehandelt worden sind. Hierher gehören etwa die Fragen um die Natur des Raumes, die Richtung der Zeit, die Kausalstruktur der Welt, die Architektur der Materie, die Verbindung des großräumigen Auf-



baus der Welt mit den lokalen Gesetzen. Dies sind alles Themen, die historisch gesehen ohne Zweifel in die Kompetenz der Philosophie fallen, gegenwärtig aber sicher nicht mehr auf apriorische Art behandelt werden können, sondern nur unter Einbeziehung der grundlegenden Aussagen hochrangiger physikalischer Theorien.

In der analytischen Philosophie ist vor allem unter dem Einfluß von Wittgenstein die Meinung vorherrschend geworden, daß einzelwissenschaftliche Ergebnisse irrelevant für die Lösung von philosophischen Problemen seien.<sup>37</sup> Unter seinem Einfluß wurde der Einwand vorgebracht: In dem Moment, wo materiale Elemente in einen Satz einbezogen werden, wird dieser synthetischer Natur, und zugleich fällt er auch nicht mehr in die Entscheidungskompetenz des Philosophen, sondern desjenigen, der das relevante empirische Material zur Prüfung zutage fördert; darum also soll der Philosoph von einer Bewertung dieses Satzes Abstand nehmen. Das Argument macht die Voraussetzung, daß die einzige denkbare Art und Weise der Auswertung einer synthetischen Aussage oder eines Aussagensystems im hypothetisch-deduktiven Verfahren des Entwickelns der Konsequenzmenge und der anschließenden Konfrontation mit den entsprechend aufbereiteten Daten zu sehen ist. Diese Einschränkung ist aber sicherlich voreilig. Die Strategien zur Lösung naturphilosophischer Probleme bestehen nicht in dem eben charakterisierten einzelwissenschaftlichen Gebrauch der synthetischen Aussagen, sondern in der Reflexion auf die epistemologischen und ontologischen Komponenten derselben, im materialen Vergleich von sehr weit auseinanderliegenden logischen Folgerungen verschiedener Theorien und im Grenzgespräch zwischen Konsequenzen von Theorien verschiedener Disziplinen. An Beispielen ist dies sehr schön zu sehen: So fordert die seit Jahrhunderten währende Auseinandersetzung um den absoluten oder relationalen Status des Raumes bzw. der Raumzeit sicher die Einbeziehung der grundlegenden Aussagen der jeweiligen physikalischen Theorien über Raum und Zeit (Newtons Mechanik, Einsteins Relativitätstheorie, Wheelers Geometrodynamik). Aber die Entscheidung der Kontroverse von Leibniz contra Clarke bis Grünbaum contra Wheeler erfordert nicht, daß der Philosoph selbst sich am Validierungsprozeß der einschlägigen Theorien beteiligt, obwohl deren Gültigkeit selbstredend wichtig für die im philosophischen Kontext angestellten Überlegungen ist. Die Wirkungsweise der syn-

thetisierenden Funktion philosophischer Reflexionen über die Natur sieht man auch deutlich bei dem Thema der Zeitrichtung. Hier taucht die Frage nach einer gemeinsamen Wurzel der Auszeichnung retardierter Lösungen in der Elektrodynamik, der thermodynamischen Irreversibilität und des menschlichen Erlebens des Vorwärtsfließens der Zeit auf. Die mögliche Antwort, daß die gemeinsame Wurzel all dieser Anisotropien in der kosmischen Expansion liegt<sup>38</sup>, verlangt die Zusammensetzung von Informationen aus den verschiedensten Teilen der Physik. Wenn es einen hierarchischen Aufbau der Zeitfeile gibt, dann läßt er sich nur durch das mosaikartige Verbinden von Ergebnissen aus weit auseinanderliegenden Gebieten rekonstruieren.

Nun wäre es sicher völlig abwegig, zwischen analytischer und synthetischer Philosophie so etwas wie eine strenge Dichotomie aufzubauen. Sicher kann man eine Theorie der allgemeinen oder speziellen Wissenschaftsstruktur ohne Rekurs auf die Wahrheit der materialen Ergebnisse aufbauen, d. h. die Geltung der Aussagen einer solchen Metatheorie hängt nicht von der Wahrheit der analysierten Objekt-aussagen, damit von einem Zustand der Welt ab. Die logische Struktur einer wissenschaftlichen Erklärung oder die Abgrenzung von naturmologischen und akzidentellen implikativen Allsätzen darf nicht auf der empirischen Bewährtheit einer bestimmten Klasse von Erklärungen oder Gesetzen aufgebaut sein; hingegen muß eine synthetische Philosophie immer bestimmte faktische Elemente enthalten, die für wahr gehaltenen Theorien entnommen werden. Aber sie wird ihre Aufgabe nicht ohne das begriffliche Instrumentarium der analytischen Philosophie erledigen können. Gerade bei der Untersuchung von Fragen, die aus dem Grenzgebiet verschiedener Wissenschaften stammen, in deren Kontext viele Schlüsselbegriffe einen relativ unabhängigen, autonomen Gebrauch aufweisen, sind die Methoden der Begriffsklärung, der terminologischen Explikation und Definition unabdingbar. Hier kann die synthetische Philosophie durchaus auch gelegentlich eine negative Funktion ausüben, wenn es etwa darum geht, einen vermuteten Zusammenhang der Unschärferelation mit der menschlichen Freiheit (Pascual Jordan) oder die aus dem quantenmechanischen Meßprozeß gezogene Konsequenz einer spiritualistischen Ontologie (Eugene Wigner) zu kritisieren. In der Hauptsache wird ihr als langfristiges Ziel jedoch die positive Aufgabe gesetzt



werden, so etwas wie ein *Weltbild* zu erarbeiten, worunter man die Integration von zentralen Aussagen der bereichsspezifischen und aspektabhängigen Theorien zu einem kohärenten Ganzen verstehen sollte. Der Begriff „Weltbild“ hat zweifellos eine sehr schillernde Bedeutung.<sup>39</sup> In dem eben umschriebenen Sinn eines begrifflichen Rahmens für die grundlegenden Strukturen der Natur kann es die Aufgabe erfüllen, einen teleskopartigen Überblick über die Welt zu liefern, in der wir leben. Eine solche Synopsis, die dem Menschen in dem ihn umgebenden, an Strukturen und Gebilden reichen, aber auch äußerst komplizierten Universum eine epistemische Orientierung ermöglicht, wird in der Tat, wie die Wissenschaft selbst, nur schrittweise voranschreiten – sie muß auch damit rechnen, daß mit der schnellen Abfolge wissenschaftlicher Revolutionen Integrationsansätze immer wieder zerstört werden. Eine derartige Synthese kann, anders als metaphysische Entwürfe, niemals hoffen, ein unüberholbares Weltbild aufzubauen<sup>40</sup>, sondern dieses muß den Wandel der Wissenschaft selbst begleiten. Insofern ist es auch nicht geraten, daß der Philosoph, soweit er an einer Weltbildkonstruktion interessiert ist, sich selbst spekulativ betätigt, nach Art der induktiven Metaphysik über den gegenwärtigen Wissensstand hinausgeht und nach irgendeiner übergeordneten Dach-Theorie sucht. Wenn es eine einheitliche Theorie aller mikroskopischen und makroskopischen Erscheinungen gibt, dann ist es Aufgabe der mathematischen Physik selbst, sie zu finden (z. B. der neue Supergravity-Ansatz). Die Konstruktion eines Weltbildes setzt aber mitnichten eine solche Einheitstheorie voraus, wie sie etwa von Heisenberg, Wheeler und Finkelstein angestrebt wurde – wenn es keine Einheit der Natur gibt und z. B. die vier Wechselwirkungen der Physik als unreduzierbares kontingentes Faktum unverbunden nebeneinander stehenbleiben müssen, dann ist dies eben ein Grundzug der Welt und wird mit anderen nomologischen Zügen und de facto-Randbedingungen in das Weltbild eingehen – und schon gar nicht kann es Aufgabe des Philosophen sein, hier seine Phantasie schweifen zu lassen. Damit soll klar gestellt sein, daß nicht einem induktiv (hypothetisch-konstruktiv) verallgemeinernden, noch einem metaphysisch spekulativen Überbau das Wort geredet sein soll, sondern nur einer konsistenten Zusammenschau der vielen zersplitterten Detailergebnisse der einzelnen Wissenschaften.

Damit ist bereits ein weiterer problematischer Punkt nicht nur der Naturphilosophie allgemein, sondern auch dieser Darstellung getroffen. In einer synthetischen Philosophie umfassender Art müßten selbstredend die Ergebnisse aller Grunddisziplinen von der Natur einbezogen werden. Die Natur zerfällt nicht in einen materialen, organischen, psychischen, sozialen, usw. Bereich, sondern aus Gründen der Arbeitsteilung muß der physische, lebendige und geistige Aspekt der Natur mit bereichsspezifischem begrifflichem und experimentellem Instrumentarium untersucht werden. In eine philosophische Synthese sollte natürlich die Verknüpfung der zentralen Aussagen aller dieser Disziplinen eingehen. Nun ist aber eine Aufarbeitung der Ergebnisse mehrerer Fächer aufgrund der Grenzen der Arbeitskraft und Kompetenz eines Einzelnen wohl kaum erreichbar. Abgesehen davon sind die verschiedenen Gebiete gegenwärtig noch in einem sehr unterschiedlichen Grade metatheoretisch durchdrungen. Dies hängt allerdings auch mit dem Entwicklungsstand der Disziplinen selbst zusammen. Zwar ist die Abwehr gegen die mathematische Methode in den nichtexakten Naturwissenschaften merklich gesunken, aber auch wenn man die Psychologie etwa ontologisch als Wissenschaft von dem komplexesten organischen System behandelt, so ist nicht zu übersehen, daß sie weitestgehend noch in einer deskriptiven Entwicklungsphase befangen ist, vielleicht einige niedrigrangige empirische Generalisationen, aber sicher noch keine echten, stabilen Gesetze besitzt, demgemäß es auch unangebracht ist, hier nach theorieartigen logischen Systematisierungen zu suchen oder gar nach hochrangigen Fundamentalsaussagen zu recherchieren, wie sie etwa den Variationsprinzipien der Physik entsprechen. Ange wandt auf das Problem der Einheit der Wissenschaften ist es in einem solchen Fall schwierig, die für eine Einheit notwendigen intertheoretischen Beziehungen zu finden. Was eben für die Psychologie gesagt wurde, gilt *cum grano salis* auch für viele andere Disziplinen. So ist etwa die wissenschaftstheoretische Behandlung vieler angewandter Wissenschaften wie Geologie, Geographie, Meteorologie sehr wenig fortgeschritten, es gibt kaum Einzeluntersuchungen, auf die sich eine integrierende Darstellung wie die folgende hätte stützen können.

Alle diese Gründe sind dafür maßgebend, daß wir im folgenden trotz des umfassenden Titels den Schwerpunkt auf den physikalischen Bereich legen müssen, allerdings mit gelegentlichen Ausblicken auf das



Reich des Lebendigen. Besonders im Übergangsbereich der Molekularbiologie treffen sich die epistemologischen Probleme von Physik, Chemie und Biologie, und die im Rahmen der Thermodynamik des Ungleichgewichts entdeckten Mechanismen der natürlichen Entstehung von höher organisierten Strukturen besitzen weitreichende philosophische Bedeutung.

Vor 70 Jahren prägte Planck den Begriff des physikalischen Weltbildes und verstand darunter jene Sicht der Welt, die man erhält, wenn man die Grundgesetze der Materie und des Äthers zugrunde legt. Seit dieser Zeit ist das Bild der Natur um vieles komplizierter, seltsamer, rätselhafter geworden. Es ist viel schwieriger, in der Physik von 1980 die Einheit der Gesetze in der Vielzahl von Zusammenhängen zu finden. Jedoch, auch wenn das Bild verwirrender geworden ist, wir werden sehen, daß sich die philosophischen Grundprobleme in der Natur gar nicht so stark gewandelt haben. Plancks zentrales Anliegen der Objektivität der Physik und ihre Lösung von anthropomorphen Elementen kann heute so wie damals Leitfaden bei der Rekonstruktion der grundlegenden Muster der Natur sein.

## II. Historische Aspekte der Wissensgewinnung

### 1. Phänomene und Strukturen

Die Wissenschaft der Frühzeit ist ihrem Ziel nach kosmologischer und ihrer Methode nach mythischer Natur. Konstitutiv für eine solche Situation ist die innerliche Verbundenheit des Menschen in den Weltprozeß. Dies bedeutet, daß er selbst sich als organischen Teil des Naturganzen empfand und die Fremdheit des rationalistischen Objektbewußtseins nicht vorhanden war. Aufgrund der homogenen Einbettung des Menschen in den Naturprozeß arbeitete der frühe Mensch bei seinen ersten kosmologischen und kosmogonischen Entwürfen mit begrifflichen Hilfsmitteln, die unmittelbar der Sphäre seiner Daseinsbewältigung entnommen waren. In der Enuma Elish der babylonischen Kosmogonie sieht man deutlich das Wirken von Strukturübertragungen aus dem alltäglichen Erfahrungsbereich. Modellhaft wurden Prozesse wie der jährliche Gang von Flüssen, die biologische Entwicklung, das Schaffen von sozialer Ordnung auf kosmische Bereiche projiziert.<sup>1</sup> Dies war zu jener Zeit (im 3. Jahrtausd.) möglich, da Mensch, Gesellschaft und Natur noch eine ungeteilte Erfahrungseinheit bildeten, welche erst bei den ionischen Naturphilosophen verlorenging, wo bewußte reflexive Rationalität einen Objektivierungsvorgang und damit eine Trennung der primordialen Einheit in erkennendes und erkanntes System einleitet. Während in der vorwissenschaftlichen Phase der mythischen Denkweise die selbstverständlich auf den Menschen bezogene, von uns heute in der Rekonstruktion als Übertragungs- und Analogiedenken enthüllte Erkenntnisstrategie in der Naturkenntnis vorherrscht, setzt mit den protowissenschaftlichen Entwürfen der Vorsokratiker, welche die ersten *objektiven*, wenn auch *untestbaren* Hypothesen über die Welt liefern, die anthropozentrische Emanzipation ein. Charakteristisch ist hierfür Thales' Erdbentheorie und Anaximanders Symmetriehypothese von der Erdaufhängung.

Thales läßt die Erde im Wasser schwimmen.<sup>2</sup> Da sich die Wellenbewegungen des Okeanos auf die Lage der Erde übertragen, bebt sie,