

D 20 488 F

MARXISMUS DIGEST

Theoretische Beiträge
aus marxistischen
und antiimperialistischen
Zeitschriften

herausgegeben vom Institut für Marxistische Studien und Forschungen, Frankfurt/Main

Heft 2/1974

April - Juni

18

Philosophie und
Naturwissenschaften

MARXISMUS DIGEST

Theoretische Beiträge
aus marxistischen
und antperialistischen
Zeitschriften

herausgegeben vom Institut für Marxistische Studien und Forschungen, Frankfurt/Main

Heft 2/1974

April — Juni

18

Philosophie und
Naturwissenschaften

Bitte beachten Sie die Beilagen des Weltkreisverlages GmbH
und des Instituts für Marxistische Studien und Forschungen e. V.

Marxismus-Digest. Theoretische Beiträge aus marxistischen und antiimperialistischen Zeitschriften. 5. Jahrgang
Herausgegeben vom Institut für Marxistische Studien und Forschungen (IMSF), Frankfurt/Main. Der Marxismus-Digest
erscheint vierteljährlich. Bestellungen sind an den Buchhandel oder an das IMSF zu richten. Preis: Einzelheft DM 5,— Jahres-
abonnement DM 20,—. Für Studenten, Schüler, Lehrlinge, Wehrdienst- und Ersatzdienstleistende gilt ein ermäßigter Abonne-
mentspreis von DM 16,— zuzüglich Porto. Bezug dieses Abonnements nur über IMSF.

Redakteur: Thomas Müller. Verantwortlich für den Inhalt: Dieter Schmidt.

Anschrift der Redaktion, Anzeigen: Institut für Marxistische Studien und Forschungen, 6 Frankfurt/Main, Liebigstraße 6,
Tel. 0611/72 49 14. Postscheckkonto: Frankfurt 516 27—609.

Preis im Ausland nach dem offiziellen Umrechnungskurs der DM zur jeweiligen Landeswährung.

Abonnements sind stets für ein volles Kalenderjahr gültig (4 Hefte). Kündigung des Abonnements ist möglich bis sechs Wochen
vor Jahresende.

Herstellung Anton Hain KG, Meisenheim/Glan.

I
M
S
F

Institut für Marxistische Studien und Forschungen (IMSF)
6 Frankfurt/Main, Liebigstr. 6

Inhaltsverzeichnis

Peter Ruben	
Aktuelle theoretische Probleme der materialistischen Naturdialektik	3
V. A. Ambarcumjan/V. V. Kazjutinskij	
Die materialistische Dialektik – Methodologie und Logik der Entwicklung der modernen Naturwissenschaft	27
Ludovico Geymonat	
Neopositivistische Methodologie und dialektischer Materialismus	44
Péter Rádi	
Bewegungsformen und Strukturformen	58
Herbert Hörz	
Philosophische Probleme einer Elementarteilchentheorie	76
E. D. Bljacher, L. M. Volynskaja	
Die Verallgemeinerung des physikalischen Weltbildes als historisches Moment des Erkenntnisprozesses	94
Hermann Ley	
Jacques Monod und die Relevanz von Kategorien	109
Klaus Fuchs-Kittowski/Samuel Mitja Rapoport/Hans-Alfred Rosenthal/Georg Wintgen	
Zur Dialektik von Notwendigkeit und Zufall in der Molekularbiologie	128
V. A. Engel'gardt	
Integralismus – Der Weg vom Einfachen zum Komplizierten bei der Erkenntnis der Lebenserscheinungen	159

Peter Ruben (Berlin/DDR)

Aktuelle theoretische Probleme der materialistischen Naturdialektik

Aus: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Berlin/DDR, Heft 8/1973, S. 909–929

In seinem bekannten Brief vom 30. Mai 1873 an Marx teilt Engels dem Freunde mit, daß er die erste Skizze des theoretischen Konzepts der materialistischen Dialektik der Natur formuliert habe: „*Gegenstand der Naturwissenschaft – der sich bewegende Stoff, die Körper. Die Körper sind nicht von der Bewegung zu trennen, ihre Formen und Arten nur in ihr zu erkennen, von Körpern außer der Bewegung, außer allem Verhältnis zu den andern Körpern, ist nichts zu sagen. Erst in der Bewegung zeigt der Körper, was er ist. Die Naturwissenschaft erkennt daher die Körper, indem sie sie in ihrer Beziehung aufeinander, in der Bewegung betrachtet. Die Erkenntnis der verschiedenen Bewegungsformen ist die Erkenntnis der Körper. Die Untersuchung dieser verschiedenen Bewegungsformen also Hauptgegenstand der Naturwissenschaft.*“¹ Mit diesen Sätzen wird die Grundbedingung aller dialektischen Erfassung realer Zusammenhänge, nämlich die Auffassung der Einheit der materiellen Gegenstände mit ihren Bewegungen, als der theoretische Ausgangspunkt selbstverständlich auch der naturdialektischen Erkenntnis festgestellt. Die Engelsche Formulierung richtet sich klar gegen die Vorstellung der Metaphysik, nach der die Gegenstände als „Substanzen“ gelten und Bewegungen als „Akzidenzen“ besitzen können, ohne dadurch jedoch wesentlich determiniert zu sein. Überdies ist wichtig, festzuhalten, daß Engels das Konzept der materialistischen Naturdialektik mit Bezug auf die für sie als Voraussetzung fungierenden Naturwissenschaften charakterisiert.

Als Bestandteil der Philosophie der Arbeiterklasse erschöpft die materialistische Dialektik der Natur keineswegs die Beziehungen des Marxismus-Leninismus zu den Natur- und technischen Wissenschaften. Engels bemerkt: „*Es handelte sich bei dieser meiner Rekapitulation der Mathematik und der Naturwissenschaften selbstredend darum, mich auch im einzelnen zu überzeugen – woran im allgemeinen kein Zweifel für mich war –, daß in der Natur dieselben dialektischen Bewegungsgesetze im Gewirr der zahllosen Veränderungen sich durchsetzen, die auch in der Geschichte die scheinbare Zufälligkeit der Ereignisse beherrschen; dieselben Gesetze, die, ebenfalls in der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Denkens den durchlaufenden Faden bildend, allmählich den denkenden Menschen zum Bewußtsein kommen; die zuerst von Hegel in umfassender Weise, aber in mystifizierter Form entwickelt worden, und die aus dieser mystischen Form herauszuschälen und in ihrer ganzen Einfachheit und Allgemeingültigkeit klar zur Bewußtheit zu bringen, eine unsrer Bestrebungen war.*“²

1 Engels an Marx. 30. Mai 1873. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 33. Berlin 1966. S. 80.

2 F. Engels: Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft. Vorwort zu der Auflage von 1885. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 20. Berlin 1962. S. 11.

Damit ist der Standort der materialistischen Naturdialektik innerhalb der marxistisch-leninistischen Philosophie deutlich umrissen: Aus der Voraussetzung einerseits der durch den dialektischen und historischen Materialismus formulierten philosophischen Grundlagen und andererseits der durch die Natur- und technischen Wissenschaften gelieferten Erkenntnisse hat die Dialektik der Natur zu erfassen und zu bestimmen, daß und wie die empirischen Wissenschaften die objektive Dialektik aufnehmen und zum theoretischen Ausdruck bringen. Sie liefert in dieser Arbeit konstruktiv das philosophische Naturbild als Bestandteil der Weltanschauung.

Es ist zu betonen, daß die Widerspiegelung der objektiven Dialektik der Natur durch die Fachwissenschaften gemäß dieser Konzeption ebenso vorausgesetzt wird wie umgekehrt der Umstand, daß die theoretischen Systeme dieser Wissenschaftsdisziplinen nicht unmittelbar die Erscheinungsform der subjektiven Dialektik sind! In klassischer Terminologie gesagt: die Theorie der Naturwissenschaften enthalten wohl *an sich* die Bestimmungen der Dialektik der Natur, sind aber nicht deren Darstellung *an und für sich*. Diese muß vielmehr erst mittels der Anwendung der theoretischen Grundsätze des dialektischen und historischen Materialismus auf die Erkenntnisse der Naturwissenschaften als vorliegendes empirisches Material erarbeitet werden. Die Aussagen der materialistischen Naturdialektik ergeben sich nicht als Folge der *Anschauung* der Sätze der Naturwissenschaften, sondern als Konsequenz ihrer philosophischen *Verarbeitung* im Rahmen der zugrunde liegenden Weltanschauung der Arbeiterklasse. Im Verständnis dieses Sachverhalts, daß einerseits ohne objektive Dialektik der Natur gar keine Naturwissenschaft möglich ist, aber andererseits die theoretischen Systeme der Naturwissenschaften nicht schon die subjektive Dialektik der Natur (d.h. die erkannte Naturdialektik) liefern, liegt ein Kernproblem für die vernünftige Auffassung der materialistischen Naturdialektik. Es zu lösen erfordert eine sehr gründliche Kenntnisnahme der wesentlichen Methoden der Naturwissenschaften, die zu einer solchen Verarbeitung der Fakten führen, daß die entstehenden theoretischen Systeme widerspruchsfrei eindeutig charakterisierte Modelle beschreiben. Diese Modelle liefern ein abstraktes Bild der Natur, also ein Naturbild, in dem die Dialektik der Natur nicht mehr unmittelbar wahrgenommen werden kann. In der *Aufhebung der Abstraktion* liegt daher der methodische Kern der Arbeit der materialistischen Naturdialektik; das Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten ist ihre spezifische Leistung. Sicher ist in diesem Zusammenhang auf jedem Fall: Eine Dialektik der Natur unabhängig von den Fachwissenschaften zu betreiben ist ein Ding der Unmöglichkeit; „... zu einer dialektischen und zugleich materialistischen Auffassung der Natur gehört Bekanntheit mit der Mathematik und der Naturwissenschaft“³.

Der praktisch-politische Sinn der naturdialektischen Forschung ist von Lenin klar umrissen worden. Mit Blick auf die Rolle der Kommunisten in der GOELRO bei der Zusammenarbeit mit den Spezialisten in Wissenschaft und Technik stellt

³ Ebd. S. 10.

der Begründer des ersten sozialistischen Staates der Welt fest: „Dabei muß man von den Errungenschaften und den Ergebnissen der betreffenden Wissenschaft ausgehen und darf nie vergessen, daß der Ingenieur nicht so zur Anerkennung des Kommunismus gelangen wird, wie der illegale Propagandist ... dazu gelangt ist, sondern über die Ergebnisse seiner Wissenschaft, daß der Agronom auf seine Weise, der Forstwirt auf seine Weise usw. zur Anerkennung des Kommunismus gelangen wird.“⁴ Die Spezialisten in Wissenschaft und Technik, deren berufliche Existenz an die Beherrschung ihres Fachs gebunden ist, deren Bewußtsein daher wesentlich auch durch die Spezifika ihrer Wissenschaftsdisziplin mitgeprägt wird, müssen also mit ihrer Disziplin zugleich die weltanschaulichen Grundlagen des sozialistischen Bewußtseins erfassen, wenn sich ihre fachliche Bewährung als positive Erfahrung der Wahrheit der Weltanschauung der Arbeiterklasse gestalten soll. Die Nichtbeachtung der Fachwissenschaften in diesem Zusammenhang würde umgekehrt das weltanschauliche Bewußtsein in die äußerliche Rolle eines abstrakten Allgemeinen zurückdrängen.

Die Herstellung der Einheit von sozialistischer Ideologie und Fachwissenschaft ist so wenig ein spontaner Vorgang wie das Zusammenwachsen des wissenschaftlichen Sozialismus mit dem Bewußtsein der Arbeiter. Aus der Physik, Chemie, Biologie etc. erwächst nicht durch einen glücklichen Zufall das philosophische Naturbild des Marxismus-Leninismus. Es muß durch Organisation der Bildung und theoretischen Forschung, die der Bildung den Inhalt liefert, errungen werden. Lenin stellte daher auch die berühmte Aufgabe, eine Art „Gesellschaft materialistischer Freunde der Hegelschen Dialektik“ mit den Redakteuren und Mitarbeitern der Zeitschrift „Pod snamenem marxisma“ zu konstituieren: „Die modernen Naturforscher werden (wenn sie es verstehen, danach zu suchen, und wir es lernen, ihnen dabei zu helfen) in der materialistisch gedeuteten Dialektik Hegels eine Reihe von Antworten auf die philosophischen Fragen finden, die durch die Revolution in der Naturwissenschaft aufgeworfen werden und bei denen die intellektuellen Anbeter der bürgerlichen Mode zur Reaktion ‚abgleiten‘. Stellt man sich eine solche Aufgabe nicht und arbeitet man nicht systematisch an ihrer Lösung, so kann der Materialismus kein streitbarer Materialismus sein... Ohne eine solche Aufgabenstellung werden die großen Naturforscher auch künftig ebenso häufig wie bisher in ihren philosophischen Schlußfolgerungen und Verallgemeinerungen hilflos sein.“⁵ Die materialistische Naturdialektik ist genau das Resultat der Lösung dieser von Lenin gestellten Aufgabe. Sie ist also die theoretische Vermittlung des Zusammenhangs zwischen der sozialistischen Weltanschauung und den Wissenschaften von der Natur und der technischen Beherrschung der physischen Reproduktion der Gesellschaft in der materiellen Produktion.

⁴ W. I. Lenin: Über den einheitlichen Wirtschaftsplan. In: W. I. Lenin: Werke. Bd. 32. Berlin 1961. S. 139 f.

⁵ W. I. Lenin: Über die Bedeutung des streibaren Materialismus. In: W. I. Lenin: Werke. Bd. 33. Berlin 1962. S. 220.

Es ist klar, daß diese theoretische Komponente nur eine Seite des Verhältnisses des Marxismus-Leninismus zu den Natur- und technischen Wissenschaften sowie ihren subjektiven Trägern, den Angehörigen der wissenschaftlichen Intelligenz, darstellt. Darüber hinaus handelt es sich darum, daß der Marxismus-Leninismus von Anbeginn seines Entstehens klar die enorme praktische Bedeutung der Naturwissenschaft für den gesellschaftlichen Umwälzungsprozeß erfaßt hat: „Die Naturwissenschaften haben eine enorme Tätigkeit entwickelt und sich ein stets wachsendes Material angeeignet. Die Philosophie ist ihnen indessen ebenso fremd geblieben, wie sie der Philosophie fremd blieben. Die momentane Vereinigung war nur eine phantastische Illusion . . . Die Geschichtsschreibung selbst nimmt auf die Naturwissenschaft nur beiläufig Rücksicht, als Moment der Aufklärung, Nützlichkeit, einzelner großer Entdeckungen. Aber desto praktischer hat die Naturwissenschaft vermittelst der Industrie in das menschliche Leben eingegriffen und es umgestaltet und die menschliche Emanzipation vorbereitet, so sehr sie unmittelbar die Entmenschung vervollständigen mußte. Die Industrie ist das wirkliche geschichtliche Verhältnis der Natur und daher der Naturwissenschaft zum Menschen . . .“⁶ Die Geburt der sozialistischen Ideologie wurde wesentlich durch die Erkenntnis realisiert, „daß es nicht möglich ist, eine wirkliche Befreiung anders als in der wirklichen Welt und mit wirklichen Mitteln durchzusetzen, daß man die Sklaverei nicht aufheben kann ohne die Dampfmaschine und die Mule-Jenny, die Leibeigenschaft nicht ohne verbesserten Ackerbau, daß man überhaupt die Menschen nicht befreien kann, solange sie nicht imstande sind, sich Essen und Trinken, Wohnung und Kleidung in vollständiger Qualität und Quantität zu verschaffen“⁷. Die Rolle der Naturwissenschaft und ihrer praktischen Vermittlung, der Industrie, für den gesellschaftlichen Umwälzungsprozeß exakt zu bestimmen macht einen charakteristischen Grundzug in der Herausbildung des marxistisch-leninistischen Materialismus aus, dessen Bedeutung über die spezifische Problematik der Naturdialektik entschieden hinausgeht. Denn hier handelt es sich um die Sicht der Natur- und technischen Wissenschaften wie der industriellen Realisierung ihrer Forschungsergebnisse als eines determinierenden Bestandteils der *materiellen gesellschaftlichen Entwicklung*, d.h. eine Sicht, die der bürgerliche Materialismus überhaupt nicht kennt! (Für diesen ist die Naturwissenschaft etwas „bloß Nützliches“, aber nie ein Element der Vorbereitung gesellschaftlicher Revolutionen.) Lenin faßt die hier angedeutete Sicht der revolutionären Potenz der Naturwissenschaft und Industrie programmatisch zusammen: „Dem Bündnis von Wissenschaft, Proletariat und Technik wird keine noch so finstere Gewalt widerstehen können.“⁸ Die nun mehr

als fünfzigjährige praktische Erfahrung des realen Sozialismus ist der definitive Nachweis der unerschütterlichen Gültigkeit dieser Position des Marxismus-Leninismus in bezug auf die Naturwissenschaft und Technik.

Die materialistische Naturdialektik im ideologischen Klassenkampf

Der Zusammenhang zwischen den theoretisch operierenden Naturwissenschaften und der systematischen Philosophie, in dem beide Momente der wissenschaftlichen Erkenntnis einander wechselseitig bedingen, ist ebenso alt wie jedes der beiden Glieder dieses Zusammenhangs. Zu keiner Zeit der Wissenschaftsgeschichte hat es eine Situation gegeben, in der sich Philosophie und Naturforschung zueinander beziehungslos verhielten. In dieser Sicht setzt die von Engels vollzogene Bildung des theoretischen Konzepts der materialistischen Naturdialektik kontinuierlich fort, was zum Grundbestand wissenschaftlicher Arbeit überhaupt gehört.

In jeder historischen Epoche jedoch hat der Zusammenhang zwischen den Weltanschauungen der kämpfenden Klassen und der Natur- und technischen Wissenschaft auf der Basis des Entwicklungsstandes der Produktivkräfte und des Charakters der bestehenden Produktionsverhältnisse auf andere, qualitativ spezifische Weise bestanden. Die herrschende Klasse einer bestimmten Gesellschaftsordnung determiniert durch das Medium ihrer Ideologie die Eigentümlichkeit auch der Naturanschauung der Epoche, die ja ein Bestandteil der Weltanschauung ist. Die Naturauffassung der Bourgeoisie beispielsweise stellt keineswegs nur eine kontinuierliche Fortsetzung derjenigen der Feudalklasse oder der Slavenhalter der Antike dar. Die Naturanschauung und damit aber auch die empirische Naturforschung kennt ihre revolutionären Umwälzungen so gut wie die gesellschaftliche Entwicklung überhaupt. In dieser Sicht bedeutet die von Engels für die Weiterbildung der Naturdialektik erarbeitete theoretische Grundlage einen vollständigen Bruch mit der traditionellen, von der bürgerlichen Ideologie beherrschten Naturanschauung.

Das Engelssche Konzept bildet die wissenschaftliche Repräsentation der Naturauffassung der revolutionären Arbeiterklasse, die mit ihrem Kampf um die politische Macht und weiter um die ökonomische Entfaltung des Sozialismus zugleich auch um die Durchsetzung einer neuen Naturanschauung auf dem Boden ihrer eigenen Ideologie ringt und notwendig ringen muß. Natürlich ist dies ein geschichtlicher Prozeß der wechselseitigen Einwirkung von Naturanschauung und empirischer Naturwissenschaft, in dem die einzelwissenschaftliche Forschung in der sozialistischen Ideologie ihre eigene humanistische Begründung erfährt wie die sozialistische Ideologie in der Naturforschung das adäquate Instrument einer menschlichen Organisation der natürlichen Umwelt. In dem Maße, in dem diese Erfahrung wächst, in eben dem Maße stabilisiert sich die Einheit der sozialistischen Weltanschauung mit der Naturwissenschaft und Technik.

6 K. Marx: Ökonomisch-philosophische Manuskripte. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Ergbd. 1. Teil. Berlin 1968. S. 543.

7 K. Marx/F. Engels: Feuerbach. Gegensatz von materialistischer und idealistischer Ansicht. In: DZfPh. Heft 10/1966. S. 1207.

8 W. I. Lenin: Rede auf dem II. gesamt russischen Verbandstag des medizinischen und Sanitätspersonals. In: W. I. Lenin: Werke. Bd. 30. Berlin 1961. S. 394.

Eines der traditionellen Vorurteile, mit welchem naturdialektische Forschung zu kämpfen hat, drückt sich in der scheinbar naiven Frage aus, ob es denn neben der Naturwissenschaft noch eine besonders geartete Erkenntnis der objektiven Natur überhaupt geben könne. Fragen solcher Art erwachsen, sofern sie tatsächlich naiv und nicht in bewußter Gegnerschaft zum Marxismus-Leninismus gestellt werden, aus einer völligen Unkenntnis *der Art und Weise* der naturwissenschaftlichen Erkenntnis realer Phänomene. Man weiß häufig nicht, daß die theoretische Naturforschung bestimmte *Prinzipien* (Abschluß untersuchter Bereiche gegen die Umwelt, Erhaltungsmaßnahmen für Austauschgrößen, Individualisierbarkeit von Gegenständen etc.) notwendig voraussetzen muß, um überhaupt zu einer *einzelwissenschaftlichen* Kennzeichnung isolierter Zusammenhänge von Eigenschaften zu gelangen. Nicht selten ist zu beobachten, daß solche Prinzipien, deren methodisch hypothetischer Charakter innerhalb der naturwissenschaftlichen Theoriebildung selbstverständlich bekannt ist, durch eine naive Vorstellung unmittelbar für Aussagen der philosophischen Naturanschauung überhaupt gehalten werden. So kommt dann zustande, daß das naive Bewußtsein in dem Augenblick, da die Naturwissenschaft durch experimentelle oder theoretische Überschreitung der bisher geprüften Geltungsbedingungen derartiger Hypothesen zur Negation gezwungen ist, einen Zusammenbruch seiner Naturanschauung für gegeben hält. Man vergleiche nur die Debatten über die verschiedenen Feststellungen der Naturforschung von der Durchbrechung gewisser Erhaltungssätze, und man hat einen lebhaften Anschauungsunterricht über das hier gemeinte Phänomen.

Es ist eben nicht so, daß die empirische Naturforschung aus sich heraus bereits die philosophisch bestimmte Naturanschauung erzeugt. Ich kann an dieser Stelle auf die Charakterisierung des Zusammenhangs von (philosophischer) Naturanschauung und (empirischer) Naturforschung nicht detaillierter eingehen, er sei daher als bestehender unterstellt. Immerhin hat *Hegel*, den eine traditionelle Geschichtsschreibung hinsichtlich seiner Naturanschauung beständig mit *Schelling* zu identifizieren trachtet, den interessanten Satz formuliert: „*Physik und Naturphilosophie unterscheiden sich also nicht wie Wahrnehmen und Denken voneinander, sondern nur durch die Art und Weise des Denkens; sie sind beide denkende Erkenntnis der Natur.*“⁹ Diese Art und Weise des Denkens in der philosophischen Naturanschauung einerseits und der einzelwissenschaftlichen Naturforschung andererseits präzise zu bestimmen ist eine wichtige theoretische Aufgabe im Rahmen des heute „Philosophische Probleme der Naturwissenschaften“ genannten Gebietes, für welches die materialistische Naturdialektik die theoretische und methodische Basis ist. Ersichtlich fällt diese Aufgabe mit der weiteren Klärung des Zusammenhangs von Philosophie und Fachwissenschaft zusammen, wofür die Frage nach dem Verhältnis von Kybernetik und Philosophie ein vielleicht geläufigeres Beispiel ist.

9 G. W. F. Hegel: System der Philosophie. 2. Teil. Stuttgart 1942. S. 31.

Für das politisch-ideologische Verständnis der Bedeutung der Naturdialektik ist es wichtig zu sehen, daß die nicht ausreichende theoretische Erfassung von Gemeinsamkeiten und Verschiedenheiten zwischen Naturanschauung und Naturforschung (also zwischen Philosophie und Fachwissenschaft) eine Basis für das revisionistische Konzept der Leugnung der Naturdialektik darstellt. Bekanntlich ist der Angriff auf *Engels'* theoretische Fundierung der Einheit von marxistischer Philosophie und Naturwissenschaft nach der Niederlage der deutschen Novemberrevolution von 1918 und der nachfolgenden revolutionären Kämpfe bis 1923 durch *G. Lukács* begonnen worden¹⁰. Nach dem zweiten Weltkrieg hat die Auseinandersetzung um das Engelssche Konzept der Naturdialektik im Maße der Verschärfung des ideologischen Klassenkampfes zunehmende politisch-ideologische Bedeutung gewonnen¹¹. Die gegenwärtigen Auseinandersetzungen zeigen dabei deutlich, daß die ideologischen Gegner die Leugnung der Naturdialektik wesentlich auch mit dem Argument zu stützen versuchen, daß eine philosophische Klärung dessen, was die klassischen, analytisch fixierten physikalischen Naturgesetze eigentlich über die objektive Natur besagen, nicht in genügendem Maße vorliegt. So erklärt *A. Schmidt*, Schüler *Adornos*: „*Ich meine nur, der Status der sogenannten dialektischen Gesetze, soweit sie in der außer- und vormenschlichen Natur vorkommen sollen, ist nie richtig geklärt worden. Sind das Gesetze wie das Gay-Lussacsche in der Physik? Oder handelt es sich hier um ontologische Letztaussagen über die materielle Realität? ... Es gibt sicher Wechselwirkungen, Polaritäten und dergleichen in der vormenschlichen Natur, in der sich bei den höheren Formen die Richtung auf das menschliche Subjekt hin gleichsam abzeichnet. Aber ich meine doch, wir sollten mit Marx aus der Anatomie des Menschen die des Affen erklären und nicht umgekehrt. Eben das macht den*

10 G. Lukács erklärt die Natur als „gesellschaftliche Kategorie“ und schafft damit den ideologischen Grundansatz für die subjektivistische Deutung der objektiven Gesetzmäßigkeit der Natur, die darin objektiv nur noch die Rolle der „Substanz“ spielen kann und somit genau in der bürgerlichen Naturanschauung gefaßt ist. Vgl.: G. Lukács: Geschichte und Klassenbewußtsein. Berlin 1923. S. 17.

11 T. W. Adorno behauptet die Anrichtigkeit „überschwenglicher Synthesen zwischen der philosophischen Entwicklung und der naturwissenschaftlichen“ und hält die „physikalisch-mathematische Formelsprache“ für inkommensurabel relativ zu den Kategorien des menschlichen Bewußtseins (T. W. Adorno: Negative Dialektik. Frankfurt a.M. 1966. S. 73); A. Doz proklamiert: „Wenn ... der denkende Geist nicht das wahrhaft Erste der Natur ist, wenn das Absolute nicht als ‚Subjekt‘, sondern als Materie gefaßt wird, dann fallen die Bedingungen, welche die kühne hegelische Übertragung der Dialektik ermöglichten, weg“ (A. Doz: Unter welchen Bedingungen ist eine Dialektik der Natur möglich? In: Hegel-Jahrbuch 1970. Meisenheim am Glan 1971. S. 162) Hier unterstellt Doz stillschweigend den Terminus Materie in der Bedeutung von „Substanz“, was natürlich im marxistisch-leninistischen Materialismus glatter Unsinn ist. Mit Bezug auf eine „Materie“, die zum höheren Ruhme der Substanzkategorie der Metaphysik ihr Dasein fristet, ist natürlich Dialektik undenkbar. Übrigens ist Hegel keineswegs dadurch zur Dialektik gelangt, daß er das „Subjekt“ gegenüber der „Substanz“ zum „wahrhaft Ersten“ machte, sondern dadurch, daß er die „Substanz“ ebenso sehr als „Subjekt“ faßte!

Unterschied zwischen Dialektik und einem simplen Mechanismus aus.“¹² Wie man sieht, wird hier mit dem Hinweis auf das Problem der philosophischen Erklärung analytischer Gesetzesfeststellungen die Leugnung der Naturdialektik sozusagen als intellektuelle Redlichkeit angeboten. Das zeigt unmißverständlich die ideologische Relevanz methodologischer Analysen der Art und Weise der naturwissenschaftlichen Erkenntnis.

Es ist weiter entscheidend zu bemerken, daß der Angriff auf das Engelssche Konzept der Naturdialektik in der Gegenwart sehr wesentlich mit einer Attacke gegen den Führungsanspruch der marxistisch-leninistischen Partei in der sozialistischen Revolution und Gesellschaftsentwicklung verbunden wird. Diese theoretische Verknüpfung von objektiver Naturdialektik und Führungsrolle der Partei der Arbeiterklasse in der Realisierung des Sozialismus mag für manchen überraschend sein; handelt es sich doch bei beiden Sachverhalten um scheinbar ganz heterogene Gegenstände: Die Frage nach der objektiven Naturdialektik wird im Bereich der *Naturerkenntnis* entschieden, die nach der Führungsrolle der marxistisch-leninistischen Partei im Bereich der *Gesellschaftserkenntnis*! In beiden Fällen ist die industrielle und die gesellschaftliche Praxis Kriterium der Wahrheit. Wer beide Bereiche der Erkenntnis für absolut geschieden voneinander annimmt, wird die gegenwärtige ideologische Verknüpfung der genannten Sachverhalte gewiß nicht als selbstverständlich erwarten können. Tatsache aber ist, daß man der Engelsschen Dialektik der Natur andichtet, sie sei eine „Legitimationswissenschaft“, welche die „bürokratische Herrschaft“ der marxistisch-leninistischen Parteien in den Ländern der sozialistischen Staatengemeinschaft ideologisch zu begründen habe. Es vergeht sozusagen kein aktueller ideologischer Konflikt in diesem Zusammenhang, in dem nicht von revisionistischen Positionen aus mit dem Angriff auf die materialistische Naturdialektik zugleich der Angriff auf die Führungsrolle der Kommunisten in der sozialistischen Revolution und Entwicklung verbunden wird. Indem z.B. O. Negt erklärt, daß „alle konkrete Erkenntnis nur im historisch-praktischen Konstitutionszusammenhang entsteht“ und eine solche Auffassung „unvereinbar mit der Annahme einer der menschlichen Geschichte vorausgehenden Naturdialektik“ sei, „also mit einer wie immer auch gearteten Ontologisierung dialektischer Gesetze“¹³ verkündet er zugleich:

12 A. Schmidt: Diskussionsbeitrag zur wissenschaftlichen Tagung aus Anlaß des 100. Geburtstages von W. I. Lenin, veranstaltet vom IMSF am 21. und 22. Februar 1970 in Frankfurt a.M. In: Die „Frankfurter Schule“ im Lichte des Marxismus. Hrsg. v. J. H. v. Heiseler/R. Steigerwald/J. Schleifstein. Frankfurt a.M. 1970. S. 139. In diesem Zusammenhang sei auf die wichtige Bemerkung von G. Pawelzig hingewiesen: „Meines Erachtens bleibt die Grundlage für die Entwicklung der Anatomie des Menschen die ‚Anatomie des Affen‘, aus dem er hervorgegangen ist. Marx hatte keineswegs die Absicht, den phylogenetischen Zusammenhang auf den Kopf zu stellen...“ (G. Pawelzig: Die Rolle der Widersprüche in der Entwicklung der sozialistischen Gesellschaft. In: DZfPh. Heft 3/1973. S. 340. Anm. 13.)
 13 O. Negt: Diskussionsbeitrag zur wissenschaftlichen Tagung aus Anlaß des 100. Geburtstages von W. I. Lenin, veranstaltet vom IMSF am 21. und 22. Februar 1970 in Frankfurt a.M., a.a.O. S. 130.

„Die Auffassung, daß die Verneinung des Parteidankens zwangsläufig zum Anarchismus und kleinbürgerlichen Revolutionarismus führen müsse, halte ich für überholt.“¹⁴

Man kann wohl sagen, daß diese Verknüpfung von Behauptung der objektiven Dialektik der Natur und der führenden Rolle der Partei der Arbeiterklasse, die Negt vornimmt, um beide zu denunzieren, auf negative Weise eine höchst interessante Bestätigung für die fundierende Rolle der materialistischen Naturdialektik im Gesamtsystem der sozialistischen Weltanschauung liefert. Der einfache Grund für diesen Umstand wird durch die Feststellung gekennzeichnet, daß die Engelssche Naturdialektik mit Bezug auf die außermenschliche Natur denselben Gedanken der *objektiven Gesetzmäßigkeit* der Naturentwicklung zum Ausdruck bringt, der in bezug auf die Gesellschaftsentwicklung die *Notwendigkeit der führenden Rolle* der marxistisch-leninistischen Partei in der sozialistischen Revolution begründet! Es ist die *materialistische* Position in bezug auf die *Objektivität* der Gesetze in Natur und Gesellschaft, die Gegenstand des revisionistischen Angriffs ist. Es ist völlig klar, daß der marxistisch-leninistische Materialismus, die philosophische Basis der sozialistischen Weltanschauung, diesen Angriff konsequent und entschieden zurückweisen muß.

Nun argumentieren die Liquidatoren der Naturdialektik häufig unter Verwendung Marxscher Termini und Sätze, wodurch sie für naive Gemüter den Schein zu erwecken suchen, daß sie es seien, welche den „wahren“ Marx gegen eine vorgebliebe „ontologisierende“ Entartung verteidigten. Eine große Sugestivkraft messen sie dabei offensichtlich dem Wort revolutionäre Praxis bei, mit dem ja bekanntlich Marx in der Tat in seiner berühmten dritten Feuerbach-These den wesentlichen Kern seines Denkens sprachlich klar zum Ausdruck gebracht hat. Angesichts faktischer Erfahrungen kann man „die Macht des Wortes“ nicht bestreiten. Aber eben diese Erfahrungen besagen auch, daß jene „Macht“ in Ohnmacht umschlägt, sobald der *Begriff* für das Wort gefordert wird; dann reicht das Sprechen nicht mehr aus, dann muß man denken; und genau in diesem Augenblick wird die Trennung des Wahren vom Falschen erst real unternommen¹⁵.

Was wird von den Leugnern der objektiven Naturdialektik unter dem Wort Praxis verstanden; welchen *Begriff* haben sie von der Praxis? Die Antwort auf diese Frage kann man u.a. mit schöner Deutlichkeit in den Erklärungen O. Negts

14 Ebd. S. 132.

15 Ohne die Bestimmung des Sinns eines Terminus durch Aufweis von entsprechenden Gegenständen oder durch Fixierung seines Gebrauchs über Definition bzw. über den Kontext kann nicht davon geredet werden, daß tatsächlich ein Begriff (und mithin eine Aussage) vorliege. Diskussionen über Behauptungen, in welchen die verwendeten Wörter gar nicht gleichsinnig oder wenigstens mit bekanntem Sinn verwendet werden, sind beliebig lange ausführbar, ohne daß eine Entscheidung über ihre Wahrheit realisiert werden kann. Es versteht sich natürlich von selbst, daß ich hier Aussagen und Begriffe meine, die in Sätzen und Termini einer Sprache dargestellt sind. (Aussagen und Begriffe unabhängig von der Sprache habe ich bisher nicht entdecken können.)

auf der Tagung anlässlich des 100. Geburtstags *Lenins* in Frankfurt a.M. finden. *Negt* geht von der zweifellos korrekten Feststellung aus, daß alle Naturerkenntnis „von einem Konstitutionszusammenhang gesellschaftlicher Praxis“ abhänge. *Engels* hat dies in der von *Negt* attackierten „Dialektik der Natur“ unmißverständlich zum Ausdruck gebracht: „Naturwissenschaft wie Philosophie haben den Einfluß der Tätigkeit des Menschen auf sein Denken bisher ganz vernachlässigt, sie kennen nur Natur einerseits, Gedanken anderseits. Aber gerade die Veränderung der Natur durch den Menschen, nicht die Natur als solche allein, ist die wesentlichste und nächste Grundlage des menschlichen Denkens, und im Verhältnis, wie der Mensch die Natur verändern lernte, in dem Verhältnis wuchs seine Intelligenz.“¹⁶ In diesem Sinne kann man weiter sagen: In dem Verhältnis, wie die progressiven Klassen ihren Kampf um die Veränderung der gesellschaftlichen Verhältnisse siegreich führen, also diese Verhältnisse wirklich ändern, in eben dem Maße wächst ihre gesellschaftswissenschaftliche Erkenntnis. Wissenschaftliche Erkenntnis überhaupt wird stets auf der Grundlage der produktiven Veränderung der Natur vermittels der materiellen Produktion wie auf der Basis des Klassenkampfes um die Errichtung fortschrittlicher Gesellschaftsverhältnisse erlangt. Wissenschaft ist nichts anderes als generalisierte Arbeits- und Kampferfahrung der historisch auftretenden Klassen. *Marx* prägt in diesem Zusammenhang den definitionsartigen Satz: „Allgemeine Arbeit ist alle wissenschaftliche Arbeit, alle Entdeckung, alle Empfindung.“¹⁷ In diesem Sinne ist es das Wesen der Wissenschaft, allgemeine Arbeit zu sein, während die Entdeckungen die objektive Erscheinung der Realisierung von Wissenschaft sind und die Erfindungen ihre subjektive Erscheinung. Es ist ganz klar, daß die marxistisch-leninistische Weltanschauung als Ideologie der Arbeiterklasse eben von der Lebenstätigkeit dieser Klasse, der Arbeit, der materiellen Produktion und Reproduktion des gesellschaftlichen Zusammenhangs, ausgeht, um die Interessen dieser Klasse zu begründen. *Lenin* erklärt in der „Großen Initiative“ mit Nachdruck: „Die ‚Formeln‘ des echten Kommunismus unterscheiden sich von der schwülstigen, raffinierten, feieramtlichen Phrasendrescherei der Kautsky, der Menschewiki und Sozialrevolutionäre samt ihren lieben Berner ‚Brüdern‘ gerade dadurch, daß sie alles auf die Arbeitsbedingungen zurückführen.“¹⁸ Der wissenschaftliche Kommunismus als Interessenausdruck der revolutionären Arbeiterklasse realisiert eben dadurch seine materialistische Position, daß er von der wirklichen Lage dieser Klasse ausgeht – nicht von irgendwelchen utopischen Träumereien.

Wie aber nimmt nun *O. Negt* die marxistische begriffliche Bestimmung der revolutionären Praxis auf? Die Antwort ist schlagend: „... wir handeln und denken innerhalb einer durch Materialität bestimmten Welt. Aber alle Aussagen über diesen materiellen Naturzusammenhang, der auch die Grundlage der Ge-

16 F. Engels: Dialektik der Natur. In: K. Marx/F. Engels. Werke. Bd. 20. S. 498.

17 K. Marx: Das Kapital. 3. Bd. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 25. Berlin 1964. S. 113 f.

18 W. I. Lenin: Die große Initiative. In: W. I. Lenin: Werke. Bd. 29. Berlin 1961. S. 417 f.

schichte bildet, hängen von einem historischen Konstitutionsprozeß ab, in dem sich die Menschen aus diesem Naturzusammenhang zu lösen versuchen.“¹⁹ Der, der *Engels* gegenüber die abgedroschene Phrase von der „Ontologisierung“ gebraucht, verkündet mit dieser Proklamation die reinste metaphysische Ontologie²⁰ – überdies in schöner Begriffslosigkeit! Er behauptet nämlich in einem Atemzuge die Materialität der Welt als eine zwar *existierende*, jedoch an sich *unbestimmte* Sache; er konzidiert sie sozusagen als Subjekt, ohne diesem Subjekt jedoch Prädikate zuzugestehen; korrekter: Er faßt die Materialität der Welt dinglich, ohne ihr eine Verhaltensäußerung zuzubilligen; er faßt sie als den unbekümmten Grund, als die klassische metaphysische Substanz, der gegenüber die Bestimmtheit auf das Erkenntnissubjekt fällt. Die Negtsche Materialität der Welt ist philosophisch ebensoviel wert als physikalisch der Äther, ein Medium, dessen Existenz zwar zugestanden wird, dessen Verhaltensäußerung aber ausgeschlossen wird. Obendrein kommt die Absurdität zustande, daß wir „innerhalb“ der Materialität der Welt *denken* sollen, aber die Produkte dieses Denkens, eben die *Aussagen*, in Abhängigkeit von unserer „Herauslösung“ aus genau dieser Materialität erzeugt werden.

Für die Bestimmung des Begriffs der Praxis bedeutet dieser metaphysische Kopfsprung folgendes: Während *Engels* die Veränderung der äußeren Natur durch die Menschen, einen Teil der Natur, als Bedingung der Erkenntnis erklärt, proklamiert *Negt* den Abschied des Menschen von der Natur als Erkenntnisbedingung. Während daher für *Engels* die Praxis in bezug auf die äußere Natur *produktive Umwandlung* der natürlichen Umwelt der Gesellschaft im Interesse ihrer physischen Reproduktion ist, stellt sich dem Utopisten *Negt* die Praxis als eine „Konstituierung des Menschen“ *jenseits der Natur* dar, bedeutet sie ihm – einfach gesprochen – nicht das *Verwandeln* ergriffener Naturgegenstände in Gebrauchswerte, sondern vielmehr deren *Fallenlassen*! Der Gegensatz in der Begriffsbestimmung des Wortes Praxis ist evident: Für den Marxismus-Leninismus ist sie die materielle Produktion und Reproduktion der objektiven, natürlichen und gesellschaftlichen, Existenzbedingungen der Menschen; für den pseudorevolutionären kleinbürgerlichen Radikalismus ist sie Auszug des Menschen aus der Natur, also Eingang in ein Reich der romantischen Ideen, welches die Religion mit dem Terminus Paradies bezeichnet.

Die utopistische Fixierung des Praxisbegriffs impliziert zweierlei: 1. Die Natur wird darin als metaphysisches Monstrum unterstellt, d.h. als ein Gegenstand, der

19 O. Negt: Diskussionsbeitrag zur wissenschaftlichen Tagung aus Anlaß des 100. Geburtstages von W. I. Lenin, veranstaltet vom IMSF am 21. und 22. Februar 1970 in Frankfurt a.M. A.a.O. S. 127 f.

20 Ich benutze den Terminus „metaphysische Ontologie“ als Bezeichnung für jene philosophische Vorstellung, nach welcher die Realität mit den durch Abstraktion fixierten Invarianten identisch sein soll. Das Konzept der Ontologie überhaupt kann m. E. nicht schlechthin als absurd bezeichnet werden; denn es besteht im Versuch einer Antwort auf diejenigen Probleme, die durch die Verwendung formalisierter Sprachen erkenntnistheoretisch aufgeworfen werden.

an sich unbestimmt ist, also bar aller *objektiven Gesetzmäßigkeit* und nur eine Art Bezugspunkt, relativ zu dem die Entfernung des Menschen von der Natur messbar ist. 2. Die Praxis erscheint so unvermeidlich als eine rein subjektivistische und ideelle Tätigkeit, also der Sache nach subjektiv-idealisch. Denn wenn alle Bestimmungen über die Natur aufgrund der Herauslösung aus dieser gewonnen werden, so können sie schlechterdings nichts anderes als die subjektiven Entwürfe des Erkennenden sein, niemals jedoch *Widerspiegelungen* des Verhaltens der Natur. Denn sie gewinnt man nur und nur, indem man mit der Natur in Wechselwirkung steht, also auf sie einwirkt, um in ihren Reaktionen die Gesetze ihres Verhaltens zu erfassen. Wer aber mit der Natur in Wechselwirkung steht, löst sich nicht aus dieser heraus, sondern gewinnt mit der Arbeit des Erkennens die Möglichkeit, Naturvorgänge im Interesse seiner physischen Reproduktion verlaufen zu lassen.

Es muß zugestanden werden, daß Negts Vorstellung von der Praxis, von der Arbeit nichts als eine Variante des gewöhnlichen bürgerlichen common sense ist, nach dem die Arbeit „allen Reichtum schafft“. Dies stellt sich dieser sogenannte „gesunde Menschenverstand“ so vor, daß vermöge der Arbeit *etwas* erzeugt wird, was zuvor *nicht* vorhanden war. In der philosophischen Generalisierung erscheint diese Vorstellung dann so, daß die Arbeit zum mystischen *Schöpfungsprozeß aus dem Nichts* wird (bzw. aus einem an sich unbestimmten Grund, dem Rohstoff!). So gilt sie dann als Realisierung von Zielen, Plänen, als Erfüllung von Aufgaben etc., d.h. als Verwirklichung von *Ideen!* Natürlich realisiert ein Tischler in der Produktion von Tischen seine Vorstellung, die er im Begriff des Tisches zu fixieren sehr wohl imstande ist. Aber er realisiert diese Idee nicht *ohne* Arbeitsmittel und -gegenstände und auch nicht mit *beliebigen!* Man realisiere den Begriff des Wohnhauses mittels der Verwendung von Kuchengabeln an Humus, und man wird sehen, welche Blamage die Vorstellung von der Arbeit als Verwirklichung von Ideen erleidet! Und es ist diese Vorstellung, welche dem Subjektivismus in der Tat zugrunde liegt²¹. Er unterstellt eine Naturanschauung, die zutiefst bürgerlich ist, nämlich die, daß die Natur der menschlichen Tätigkeit gegenüber nur die Rolle eines passiven Rohstoffs spielt. Und in der Tat figuriert die Natur im Kalkül des kapitalistischen Denkens als unbestimmtes „Substrat“ für die den Bourgeois wahrhaft in Bewegung setzende Bestimmung, für den Tauschwert, der

21 In diesem Zusammenhang können die Bemerkungen von Marx in der „Kritik des Gothaer Programms“ nicht oft genug wiederholt werden: „Die Natur ist ebensosehr die Quelle der Gebrauchswerte . . . als die Arbeit, die selbst nur die Äußerung einer Naturkraft ist, der menschlichen Arbeitskraft.“ (K. Marx: Kritik des Gothaer Programms. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 19. Berlin 1962. S. 15.) Aller Subjektivismus kommt in diesem Zusammenhang dadurch zustande, daß man genau die „bürgerlichen Redensarten“ über die Natur der Arbeit, „Quelle alles Reichtums und aller Kultur“, unterstellt. In diesem Augenblick nämlich erscheint die Arbeit als ein rein menschlich determinierter Vorgang, gegenüber dem die natürlichen Zusammenhänge gar keine Bedeutung haben, so daß die Natur also zur reinen „Substanz“ zusammenschrumpft und die Arbeitsprodukte ihre Determination durch die arbeitenden Subjekte allein erlangen.

selbstverständlich *keine* Eigenschaft der Naturgegenstände als solcher ist. O.Negts steht also mit seinen Angriffen gegen Engels' Konzept der Naturdialektik tief unter der Herrschaft der bürgerlichen Ideologie, der bourgeois Naturanschauung, wobei er obendrein die Illusion des Ideologen hat, davon frei zu sein, da er doch eine eigene, persönliche Variante liefert.

Ist es denn so, daß sich die Menschen durch ihre Arbeit „aus dem Naturzusammenhang zu lösen versuchen“? Wenn eine Urwaldlandschaft (auch in jahrhundertelanger Arbeit) in eine Kulturlandschaft umgewandelt wird, lösen sich da die so Tätigen von der Natur ab? Wer auf Erdölsuche geht und es schließlich fördert, zeigt dem der emporschließende Strahl seine Trennung von der Natur? Diese Fragen stellen, heißt erklären, daß die ganze ideologische Konstruktion der Herauslösung des Menschen aus der Natur infolge seines „Konstitutionsprozesses“ nichts als rationalisierte Theologie ist, also vornehmlich christliche Geschichtsauffassung in säkularisierter Gestalt. Für die christliche Theologie ist der Ausgang des Menschen *aus der Natur* ein Eingang ins *Paradies* (d.h. in die Nicht-Natur, in jenen mystischen Zustand der absoluten Widerspruchsfreiheit, in dem der Löwe friedlich neben dem Hammel grast und beide in Harmonie Gottes Lob verkünden). O. Negt, der den Ausgang aus der Natur als Basis der Erkenntnis feiert, sollte angeben, *wohin* seine Menschen gehen, indem sie seinen „historischen Konstitutionsprozeß“ realisieren!

Man kann durchweg feststellen, daß alle kleinbürgerlichen und revisionistischen Ideologen, die Engels' Konzept der objektiven Dialektik der Natur attackieren, die Existenz der Dialektik an die Bedingung der Existenz eines *denkenden* Subjekts knüpfen, so daß automatisch Dialektik nur noch in der *menschlichen* Geschichte feststellbar ist. Die Wörter Praxis, Arbeit etc. werden dabei stets so gedeutet, daß sie nunmehr in dieser oder jener Weise „Realisierung von Ideen“ bedeuten. Das Wort Natur wird umgekehrt so interpretiert, daß genau die bürgerliche (metaphysische oder mechanistische) Naturanschauung zugrunde liegt. Damit ist klar, daß der Angriff auf Engels' Konzept der materialistischen Naturdialektik auf der Grundlage des allgemeinen Kampfes des Idealismus gegen den Materialismus erfolgt, also eine spezifische Variante idealistischer Positionen darstellt. Denn wenn zur Realität der Dialektik ein *bewußtes* Subjekt gefordert ist, so ist eben das Bewußtsein die *artspezifische* Verschiedenheit, welche die Dialektik konstituiert, und mithin in der Existenz der Dialektik die Dominanz des Bewußtseins über die Natur, den materiellen Zusammenhang, die Materie ausgesprochen. Eben das ist Idealismus.

Die materialistische Position ist selbstverständlich die, daß die erkannte (subjektive) Dialektik nie etwas anderes ist als *Widerspiegelung* der unabhängig vom Erkennen bestehenden (objektiven) Dialektik. Insbesondere verlangt die materialistische Position, welche doch die Einheit der Menschen mit der äußeren Natur bedingungslos voraussetzt, daß die Existenz der objektiven Dialektik, die im menschlichen Geschichtsprozeß wahrgenommen wird, als der Ausdruck der Entwicklung einer Gattung verstanden wird, die selbst das Resultat der Naturentwicklung ist. Entweder also erfolgt die menschliche Entwicklung *innerhalb* der

natürlichen, dann ist die Gesellschaftsdialektik in objektiver Beziehung eine Konsequenz der Naturdialektik; oder aber die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft konstituiert erst reale, objektive Dialektik, dann ist von einer *Entwicklung* der Natur nicht zu reden, also eine objektive Naturdialektik nicht vorhanden – aber zugleich die Gesellschaftsdialektik auf das mystische „Wunder des Geistes“ zurückgeführt! Es ist klar, daß die Auffassung der Gesellschaftsdialektik in objektiver Bestimmtheit als Konsequenz der Naturdialektik materialistisch und wissenschaftlich, die entgegengesetzte Vorstellung idealistisch und mystizistisch ist. Die materialistische Auffassung muß notwendig von der Anerkennung der objektiven Naturdialektik ausgehen (gleichgültig, wie weit deren subjektive Erfassung im einzelnen gediehen sein mag). Die Leugnung der objektiven Naturdialektik hat daher unvermeidlich die Leugnung des Materialismus zur Konsequenz.

Diese Feststellungen schließen in keiner Weise aus, daß in der Gesellschaftsdialektik gegenüber der Naturdialektik objektive neue Gesichtspunkte zur Geltung gelangen, die sich aus der Spezifität des Übergangs einer natürlichen Gattung, eben der Menschen, zur Produktion und Reproduktion ihrer materiellen Existenzbedingungen ergeben. Zum Beispiel kennen die natürlichen Gattungen außer den Menschen keinen Klassenkampf, gibt es also in der äußeren Natur keinen antagonistischen Widerspruch. Die Ordnungen in der Natur sind immer Ordnungen zur Erhaltung der *Gattungen* (der biologischen Arten etwa), nicht aber zur Erhaltung eines *Teiles* einer Gattung *auf Kosten* eines anderen Teils *derselben* Gattung! Es ist daher klar, daß die Gesellschaftsdialektik gegenüber der Naturdialektik eine neue Qualität darstellt, Sie bedeutet dies aber in gar keiner Weise etwa im Sinne des berüchtigten, von der spätbürgerlichen Ideologie konstruierten Gegensatzes zwischen den Natur- und „Geistes“-Wissenschaften, worin letzteren schließlich gar eine aparte Methode des Erkennens zugeschrieben wird, welche mit derjenigen der gewöhnlichen Erkenntnis der Natur nichts zu tun haben soll. Die neue Qualität der Gesellschaftsdialektik erwächst aus den Voraussetzungen der objektiven Dialektik der Natur, keinesfalls aus der vorgestellten Konfrontation gegen diese. Versteht man also die objektive Gesellschaftsdialektik als eine Weiterentwicklung der objektiven Naturdialektik, so ist beider Zusammenhang gewahrt, die These von der materiellen Einheit der Welt verteidigt und die neue Qualität der Gesellschaftsdialektik auch positiv bestimmbar. Wird jedoch die Dialektik der menschlichen Geschichte als eine aparte Neuersetzung, als die „eigentliche“ Realität der Dialektik ausgegeben, so ist die Leugnung der Naturdialektik implizit schon angenommen und schließlich die idealistische Position die triste Konsequenz dieser Anschauung.

Das ist übrigens auch dann der Fall, wenn in Worten die Anerkennung des Materialismus ausgedrückt wird: „*Dialektisch*“, sagt A. Schmidt, „vermag ich gerade im Materialismus ... nur in dem Maße etwas auszumachen, wie die ... Menschen in die Gegenstände, die dialektisch strukturiert sein sollen, wirklich als tätige Subjekte eingegangen sind ... Der eigentliche Ausgangspunkt einer dialek-

tischen Theorie bleibt ... , wie Engels gerade gezeigt hat, der Mensch und seine Arbeit, die Thematik der Menschenwelt.“²² Man vermag wissenschaftlich nur etwas über Zusammenhänge zu erkennen, wenn man die materielle Träger dieser Zusammenhänge so bearbeitet, daß sie interessierende Beziehungen möglichst rein darstellen (auf Kosten der Abblendung anderer Verhältnisse!), d.h. das objektive Allgemeine im objektiven Einzelnen zur Erscheinung bringen. Aber deshalb sind doch die so gewonnenen Erkenntnisse nicht Erkenntnisse über den Menschen, sondern eben über das Verhalten jener materiellen Gegenstände unter bestimmten (von Menschen erzeugbaren) Bedingungen.

Dieser Unfug, daß, weil die Erkenntnis von Menschen gewonnen, die Thematik einer Theorie die „Menschenwelt“ sei, ist so barbarisch, daß man sich weigern möchte, über ihn auch nur ein Wort zu verschwenden. Aber er ist es, der das Kunststück zustande bringt, die objektive Naturdialektik für das naive Bewußtsein zum Verschwinden zu bringen. In der Tat erfährt der Produzent in der produktiven Änderung der natürlichen Umwelt wie im Kampf der Klassen die Dialektik! Er erfährt sie nicht im Austausch, in der Zirkulation, in der Verteilung, also in der Zuordnung von identisch geltenden Objekten (oder Werten) zueinander²³. Aber diese unmittelbare empirische Erfahrungsbasis für das Alltagsbewußtsein ist nur die Vorstufe für die wissenschaftliche Erkenntnis. Und in ihr handelt es sich darum, daß wir überhaupt von der Voraussetzung der Materialität der Welt ausgehen, d.h. die Materie in ihrer Strukturiertheit, in den Gesetzen ihres Verhaltens, ihrer Bewegung und Entwicklung erfassen. Die Thematik der Natur, der Gesellschaft wie des Denkens in ihrer objektiven Determiniertheit ist die Thematik der Wissenschaft und selbstverständlich die Thematik einer dialektischen Theorie. Wenn der „*Eingang tätiger Subjekte in Gegenstände*“ Voraussetzung der Fähigkeit sein soll, „*dialektisch etwas auszumachen*“, so wird wieder die Existenz der Dialektik an die Existenz der *denkenden* Subjekte gebunden und mithin das *Bewußtsein* zum eigentlichen Träger der Dialektik ge-

22 A. Schmidt: Diskussionsbeitrag zur wissenschaftlichen Tagung aus Anlaß des 100. Geburtstages von W. I. Lenin, veranstaltet vom IMSF am 21. und 22. Februar 1970 in Frankfurt a.M. A.a.O. S. 139.

23 Ich habe in meinem Aufsatz „Problem und Begriff der Naturdialektik“ (in: Weltanschauung und Methode. Hrsg. v. A. Griese u. H. Laitko. Berlin 1969) plausibel zu machen versucht, daß die Produktionsaktivität im Gegensatz zur Austauschaktivität die alltägliche Erfahrungsbasis für die Feststellung der Wahrheit dialektischer Aussagen ist, und in diesem Zusammenhang die Formel von der Arbeit als der Zentralkategorie der marxistisch-leninistischen Philosophie gebraucht. Durch vielerlei mündliche Diskussionen auf die Implikationen aufmerksam gemacht, muß ich hier feststellen, daß eine solche Formel sachlich hältlos ist. Natürlich gibt es in einem theoretischen System keine Zentralkategorie. Die materialistische Geschichtsauffassung, so sagen Marx und Engels, „hat in jeder Periode nicht, wie die idealistische Geschichtsanschauung, nach einer Kategorie zu suchen, sondern bleibt forwährend auf dem wirklichen Geschichtsboden stehen, erklärt nicht die Praxis aus der Idee, erklärt die Ideenformationen aus der materiellen Praxis“. (K. Marx/F. Engels: Feuerbach. Gegensatz von materialistischer und idealistischer Anschauung. A.a.O. S. 1221.)

stempelt. Genau das ist aber die Position des Idealismus gegen den Materialismus in den Grundlegungsfragen der Dialektik.

Gesetzmäßigkeit und Widerspruch

Wie die jüngsten Diskussionsbeiträge zu den Problemen der Dialektik zeigen²⁴, drängen die *praktischen* Aufgaben bei der weiteren Gestaltung des entwickelten Sozialismus zu einem vertieften *theoretischen* Verständnis genau jener Fragen, die mit den Begriffen des Determinismus und der Entwicklung anvisiert sind. Die Diskussion zeigt dabei übrigens auch, wie weit das begriffliche Niveau entwickelt ist, in dessen Rahmen Entscheidungen über etwa so gravierende Fragen wie die nach den antagonistischen Widersprüchen im Sozialismus²⁵ getroffen werden

24 Gemeint sind insbesondere die Diskussionsbeiträge in der DZfPh zur Widerspruchsbearbeitung.

25 J. Kuczynski: Gesellschaftliche Widersprüche. In: DZfPh. Heft 10/1972. Kuczynski nimmt die „Vernichtung der einen Seite“ zur begrifflichen Bestimmung des antagonistischen Widerspruchs und repräsentiert die Bedeutung dieses Ausdrucks mit dem Hinweis auf die in der sozialistischen Revolution erfolgende Liquidation der Kapitalistenklasse. Dann stellt er aber sogleich im Sozialismus die Existenz von Gleichheit und Ungleichheit in der Arbeit als „unzweifelhaften“ Ausdruck eines „echten antagonistischen Widerspruchs“ fest. Er bemerkt aber nicht, daß er seiner eigenen Begriffsbestimmung untreu wird: Die Liquidation der Kapitalistenklasse ist die Liquidation der Kapitaleigenschaft der Arbeit, die Vernichtung einer bestimmten Ordnung, eines historisch konkreten Systems der gesellschaftlichen Reproduktion. Wie aber will Kuczynski die Ungleichheit liquidieren, um den Triumph der Gleichheit zu feiern? Ist die Gleichheit oder die Ungleichheit „die dem Sozialismus antagonistische Seite des Widerspruchs“? Die Begriffe der Gleichheit und Ungleichheit können nicht die Stelle von empirischen Bestimmungen einnehmen! Sie sind generelle Gegensätze überhaupt, die in jeder beliebigen Unterscheidung empirischer Art sofort realisiert werden: Das Unterschiedene ist zueinander ungleich, und das Gleiche ist voneinander (relativ zur Art der Gleichheit) ununterscheidbar. Der Widerspruch von Gleichheit und Ungleichheit ist generell, der von Lohnarbeit und Kapital historisch-konkret und singulär. Die Gleichheit wird niemals die Ungleichheit vernichten und umgekehrt – aus dem einfachen Grunde, weil diese Bestimmungen keine handelnden Akteure materiellen Geschehens sind, sondern Reflexionsbestimmungen beliebigen Handelns beliebiger Akteure, die diese Bestimmungen genau durch ihr Handeln immer realisieren.

Was die Natur des antagonistischen Widerspruchs betrifft, so ist er Spezifikum der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft durch den Klassenkampf; er kommt in der Natur nicht vor. Worum handelt es sich? Meines Erachtens darum, daß mit dem Übergang zur Klassengesellschaft ein Teil der Menschen als Menschen unter die gegenständlichen Produktionsbedingungen geworfen wird (physische Sklaverei) bzw. als physisches Substrat der Arbeitskraft fungiert (Lohnsklaverei), in beiden Fällen also die Klassenherrschaft der Ausbeuter die in der Arbeit, in der materiellen Produktion gesetzte Menschlichkeit der Produzenten negiert. In der Tierwelt gibt es keinen Fall von der Art, daß etwa eine Gruppe einer Population von Löwen den anderen Teil derselben Population zwingt, Tiere einer anderen Art zu erjagen und die Beute abzuliefern. Wohl gibt es stets Ordnungsbeziehungen

sollen! Wie es scheint, ist ein theoretisches Kettenglied in dieser Debatte das Problem des Zusammenhangs der im dialektischen Determinismus formulierten Lehre von der objektiven *Gesetzlichkeit* mit dem der Entwicklungstheorie zugrunde liegenden Begriff des dialektischen *Widerspruchs*. Die zunächst merkwürdige Gegenüberstellung von Determinismus und Entwicklung hat m.E. gerade den Grund, daß der Gesetzes- und der Widerspruchsbegriff bisher in keinem theoretischen Zusammenhang erfaßt worden sind. Es ist nach meiner Überzeugung eine Hauptaufgabe der philosophischen Forschung der nächsten Zeit, eben diesen Zusammenhang zu erfassen. Das ist vor allem deshalb der Fall, weil so die Einheit von Materialismus und Dialektik auf vertieftere Weise verständlich wird.

Um einen möglichen Ansatz in bezug auf die Lösung des genannten Problems zu skizzieren, greife ich zur beispielhaften Verdeutlichung auf die Auseinandersetzung um J. Monods bekannte Arbeit zurück: Der Nobelpreisträger kommt angesichts der einzelwissenschaftlichen Erkenntnisse über den Übersetzmechanismus der genetischen Information zu der Konsequenz: „Das ganze System ist... total konservativ, streng in sich abgeschlossen und absolut unfähig, irgendeine Belehrung aus der Außenwelt anzunehmen. Durch seine Eigenschaften wie durch seine Funktionsweise als eine Art mikroskopischer Uhr, die zwischen DNS und Protein wie auch zwischen Organismus und Umwelt Beziehungen ausschließlich in einer Richtung herstellt, widerersetzt sich dieses System jeder ‚dialektischen‘ Beschreibung. Es ist von Grund auf kartesianisch und nicht hegelianisch: Die Zelle ist sehr wohl eine Maschine.“²⁶

Man kann dem französischen Naturforscher nachsehen, daß er dem französischen Philosophen die Ehre gibt. Man kann jedoch nicht akzeptieren, daß der Naturwissenschaftler die Übersetzung der genetischen Information aus der DNS in das Protein als Nachweis für den Ausschluß „jeder dialektischen Beschreibung“ proklamiert (und etwas anderes als eine Proklamation ist dies nicht!). Für die hegelianische Dialektik, die aus einer idealistischen Voraussetzung erwächst, übernimmt selbstverständlich die materialistische Dialektik im Sinne der Engelschen Konzeption keine Haftung. Vom Standpunkt der marxistisch-leninistischen Naturdialektik aber ist die Frage nach der „kartesianischen“ Natur der Zelle keineswegs durch den Richterspruch eines ausgezeichneten Molekularbiologen entschieden! (Übrigens fällt die Eigenschaft, kartesianisch zu sein, mit der Eigenschaft, eine Maschine zu sein, keineswegs zusammen!)

im Populationen (die auch durch Kämpfe bestimmt werden, welche übrigens die moderne Verhaltensforschung sehr genau studiert), aber sie sind niemals Ausbeutungsverhältnisse. Die Arteigenschaft der beteiligten Individuen wird immer vorausgesetzt, niemals negiert. Das ist erst bei den Menschen im Übergang zur Klassengesellschaft der Fall. Der Antagonismus im Widerspruch besteht also darin, daß die zugrunde liegende Gemeinsamkeit der menschlichen Art durch die Konstituierung der Ausbeutung (d.h. der Aneignung des Mehrprodukts durch die herrschende Klasse) selbst negiert wird. Mit der sozialistischen Revolution wird daher der Antagonismus liquidiert (was jedoch nicht die Einrichtung eines Paradieses der absoluten Gleichheit, d.h. Ununterscheidbarkeit aller Menschen voneinander, bedeutet).

26 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. München 1971. S. 139.

Wollten wir nun dem Vorschlag linksbürgerlicher und revisionistischer Ideologen folgen und die Frage nach der Realität der objektiven Naturdialektik – wie Sartre sagt – den „Gelehrten“ überlassen, so hätten wir an Monods Traktat ein überzeugendes Beispiel dafür, was bei einer solchen Liquidation einer wesentlichen Aufgabe der Philosophie herauskommen kann: Leugnung der objektiven Naturdialektik in Einheit mit der Proklamation eines sattsam bekannten „ethischen“ Sozialismus!

Man kann fragen, wie es möglich sein mag, daß ein Biologe, also ein Vertreter jener Wissenschaft, die mit der Evolution der Arten sozusagen die sinnfälligste Repräsentation objektiver Naturdialektik zum Gegenstand hat, mit derartigem Engagement genau diese Dialektik verneint! Neben vielen sozialen, persönlichen, ideologischen und sonstigen Umständen, die in Monods Traktat nur andeutungsweise zu finden sind, möchte ich auf jene These aufmerksam machen, die der Nobelpreisträger ganz entschieden proklamiert und die in der kritischen Aufnahme z.T. als Behauptung des Materialismus bewertet worden ist. Monod erklärt: „Grundpfeiler der wissenschaftlichen Methode ist das Postulat der Objektivität der Natur... Die Entdeckung dieses Grundsatzes läßt sich genau datieren. Galilei und Descartes haben mit der Formulierung des Trägheitsprinzips nicht nur die Mechanik, sondern auch die Erkenntnistheorie der modernen Wissenschaft begründet“²⁷. Hier kann man auf den Gedanken kommen, daß eine Behauptung des Materialismus vorgenommen wird. Allerdings ist es etwas merkwürdig, daß ausgerechnet erst die Entdeckung des Trägheitsprinzips (die faktisch übrigens auf Grund der Voraussetzung des Energiesatzes hinsichtlich der mechanischen Bewegung erfolgte, also auf Grund der bewußten Abwendung von der Idee der Realisierbarkeit des Perpetuum mobile erster Art) die Objektivität der Natur als grundlegendes Erkenntnisprinzip konstituiert haben soll (als ob Anaximander oder Demokrit nicht von diesem Prinzip ausgegangen wären!).

Der wirkliche Sinn der Monodschen Formulierung wird deutlich, wenn man nun die methodologische Konsequenz liest: „Die Hauptstrategie der Wissenschaft bei der Untersuchung der Erscheinungen läuft auf die Entdeckung der Invarianten hinaus... Die grundlegenden Sätze der Naturwissenschaft sind universelle Erhaltungspostulate. An jedem beliebigen Beispiel... ist leicht einzusehen, daß es in der Tat unmöglich ist, irgendeine Erscheinung anders zu analysieren als in Begriffen der in ihr bewahrten Invarianten.“²⁸ Damit ist per definitionem die Dialektik liquidiert! Warum?

Um diese Frage zu beantworten, muß man wissen, was Invarianten sind. Um zu wissen, was Invarianten sind, ist es wiederum nötig zu verstehen, was in der modernen Grundlagenforschung unter dem Begriff der Abstraktion subsumiert ist. Über die Festlegung dieses Terminus in seiner Bedeutung gibt es gegenwärtig, soweit ich das beurteilen kann, in der marxistisch-leninistischen Philosophie keine Einigkeit. Ich verwende den Begriff, den Marx auch mit dem Terminus

27 Ebd. S. 30.

28 Ebd. S. 128.

„verständige Abstraktion“ verbindet. Von ihr sagt Marx, daß sie „wirklich das Gemeinsame hervorhebt, fixiert, und uns daher die Wiederholung erspart“; sie liefert das „durch Vergleichung herausgesonderte Gemeinsame“ als Abstrakt-Allgemeines eines Bereichs untereinander äquivalenter Gegenstände²⁹. In der klassischen Grundlegung des mathematischen Denkens wird dieser Abstraktionsbegriff auch als Äquivalenzklassenbildung eingeführt.

Es ist nun klar, daß mit diesem Abstraktionsbegriff Invarianten der Naturforschung stets Abstrakta im genannten Sinne sind. Indem Monod auf das Trägheitsprinzip hinweist, zeigt er definitiv, daß er genau diese Invarianten als Repräsentanten der objektiven Natur im Auge hat. Damit ist klar, von welcher Art der Materialismus Monod ist: Wenn die durch Abstraktion fixierten Invarianten (die Klassen äquivalenter Objekte eines Bereichs) die Repräsentanten der Objektivität der Natur sind, dann ist die *objektive* Natur die *abstrakte* Natur! Aber eben das ist wieder die *bürgerliche* Naturanschauung. Es ist also der *bürgerliche* Materialismus, der von Monod im Interesse der Leugnung der Naturdialektik eingesetzt wird. Es bedarf keiner Erörterung, daß der *bürgerliche* Materialismus nicht der marxistisch-leninistische Materialismus ist.

Hier sind wir nun an einer theoretisch entscheidenden Stelle der weiteren Ausbildung der materialistischen Naturdialektik: Die Frage nach dem Verhältnis des Konkreten und Abstrakten zueinander, die mancherorts für nicht gar so bedeutungsvoll in der ideologischen Auseinandersetzung gehalten wird, gewinnt eine direkte, zwingende Bedeutung für die Verteidigung der materialistischen Dialektik der Natur. Das ist deshalb der Fall, weil in der Abstraktion tatsächlich der Widerspruch ausgeschlossen wird (nämlich durch das *Absehen* von der relativ zu den Bedingungen der Analyse vernachlässigbaren *Verschiedenheit* bei vorausgesetzter Dominanz der Gleichheit relativ zum Untersuchungsmerkmal!). Demgemäß sind Abstrakta genau *widerspruchsfreie* „Gebilde“ (Klassen äquivalenter Objekte), oder aber man hat in der analytischen Methode noch gar nicht *wirklich* abstrahiert!

Damit tritt als eigentlich philosophisches Problem, als ein Problem vor allem der Materialismus-Theorie, die Frage nach der *Realität der Abstrakta* auf die Tagesordnung der Forschung. Und es entsteht sofort folgende Situation: Wenn die Abstrakta Realität haben (gleichgültig wie sie im einzelnen bestimmt sein mag) d.h. als Einheit von Widersprüchlichkeit und Widerspruchsfreiheit, so wird sofort die Widerspruchstheorie der Dialektik vor die Frage gestellt, wie eine unterstellte Widerspruchsfreiheit mit einer ebenso anerkannten Widersprüchlichkeit theoretisch vereinbar sei. Es wird mithin das Widerspruchproblem sozusagen auf die Spitze gestellt: Die Realität des Widerspruchs muß konkret als Einheit von Widersprüchlichkeit und Widerspruchsfreiheit gefaßt werden, so daß der tautologische Satz Geltung erlangt, daß der Widerspruch widersprüchlich sei!

Natürlich fällt diese ganze Fragestellung in sich zusammen, wenn man unterstellt, daß die Abstrakta keine Realität haben, sondern ausschließlich ideelle Pro-

29 K. Marx: Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie. Berlin 1953. S. 7.

dukte seien. Aber dann kann man z.B. nicht mehr sagen, daß *Monods* Objektivitätspostulat auch nur den Schimmer eines spontanen naturwissenschaftlichen Materialismus ausdrückt. Im Gegenteil, sind die Invarianten, also Abstrakte, die Objekte der naturwissenschaftlichen Erkenntnis und zugleich rein ideelle Gebilde, so ist der „wahre“ Gegenstand der Naturwissenschaft ein platonisches Reich von Ideen – und die Naturdialektik ohnehin eine Illusion gegen die Naturwissenschaft.

In der marxistisch-leninistischen philosophischen Literatur hat, soweit ich sehe, neuerdings *F. Kumpf* exemplarisch auf die Objektivität (d.h. Realität, nicht nur Intersubjektivität!) der Abstraktionsresultate hingewiesen. Er schreibt: „*So ist eine der wichtigsten Kategorien bei der Analyse der Ware durch Marx die Kategorie der abstrakten Arbeit. Hier ist nicht von der Abstraktheit des gedanklichen Ausdrucks der Arbeit, sondern von der Abstraktheit eines objektiven Sachverhalts, der real existierenden Arbeit, die Rede. Die abstrakte Arbeit existiert demnach objektiv..., die abstrakte Arbeit ist ein ganz bestimmtes Moment des real existierenden Arbeitsprozesses.*“³⁰ Ich stimme diesen Feststellungen völlig zu und unterscheide mit *F. Kumpf*, daß es überaus wichtig ist, „*die objektive Realität des Abstrakten zu begreifen*“.

Wenn man die Frage stellt: Wodurch wird die Realität des Abstrakten bedingt? , so gibt es darauf eine präzise Antwort: *durch Austauschprozesse!* Austauschprozesse im Zusammenhang mit der Erhaltung von Systemen konstituieren die objektive Realität des Abstrakten. In der Anwendung der analytischen Methode, die *Monod* mit der wissenschaftlichen Methode überhaupt identifiziert (und so die Dialektik per definitionem ausschließt), wird die Abstraktion dadurch realisiert, daß Gegenstände gegeneinander so zu ersetzen sind, daß ihr Systemzusammenhang hinsichtlich der untersuchten Eigenschaft *unverändert* bleibt, diese Eigenschaft daher selbst als eine Invariante des Systems konstituiert wird. Hat man nun solche Abstrakte unabhängig voneinander bestimmt und in der experimentellen Realisierung als effektiv näherungsweise darstellbar gezeigt, so besteht die analytische Gesetzesfindung darin, im einfachsten Fall eine Paar-Menge von Werten zu finden, die ihrerseits das *Gesetz* des Zusammenshangs qualitativ verschiedener über Abstraktion fixierter Eigenschaften darstellt. Angesichts solcher *funktionaler* Zusammenhänge entsteht dann gerade die Frage nach der *Naturdialektik*, weil in ihnen das elementare dialektische Verständnis der Bewegung als *Erzeugung neuer und Vernichtung alter Eigenschaften* unmittelbar *keine* Bestätigung mehr finden kann. Das Gesetz als Funktion fixiert das Unveränderliche, das Identische, das Abstrakt-Allgemeine eines mehr oder weniger genau abgegrenzten Naturbereichs (d.h. relativ zu endlich vielen Bedingungen der Analyse).

Ich habe den Eindruck, daß diese generelle Vorgehensweise der analytischen Methode (die wenigstens für alle mathematisierte Einzelwissenschaft charakte-

30 F. Kumpf: Probleme der Dialektik in Lenins Imperialismus-Analyse. Eine Studie zur dialektischen Logik. Berlin 1968. S. 75.

ratisch ist) nicht selten in philosophischen Argumentationen von der sogenannten „mechanischen“ Denkweise ununterschieden bleibt. (Es war halt die klassische Mechanik, welche mit der analytischen Methode ins Leben gerufen worden ist und *zuerst* als wissenschaftliche Disziplin die Fruchtbarkeit dieser Methode gegen alle romantische Naturphilosophie demonstrierte.) Es ist aber von höchster Wichtigkeit, mit dem Kampf gegen das „mechanische Denken“ (d.h. gegen die *Metaphysik!*) nicht die *analytische Methode* zu diffamieren. Denn andernfalls wird die Einheit von dialektisch-materialistischer Philosophie und (mathematisierter) Naturwissenschaft durch solches methodologisches Räsonieren immer wieder untergraben. Die empirische Naturwissenschaft lebt wesentlich von der Anwendung der Analyse, der Abstraktion, der Zuordnung, der Hypothese etc., insgesamt also von Verfahren, die leider noch viel zu wenig philosophisch-methodologisch untersucht und bestimmt sind, um wirklich schon ein präzises Urteil über ihr Verhältnis zur Dialektik zu erlauben³¹.

Betrachten wir nun die Gesetzesproblematik unter dem Gesichtspunkt, daß wenigstens die analytisch fixierten Gesetze (also insbesondere die physikalischen Naturgesetze) auf der Voraussetzung über Abstraktion fixierter Eigenschaften (Größenarten) basieren und der *Ausschluß des Widerspruchs* der philosophische Kern der Abstraktion ist, so scheint es, als widerspreche die Dialektik mit ihrer Behauptung des Widerspruchs als des Grundes aller Bewegung der analytischen Methode im *logischen Sinne*³². Doch dies ist nur dann kein Schein, sondern reale Erscheinung eines wirklichen Wesens, wenn man für diese Vorstellung von der Gültigkeit des Satzes vom ausgeschlossenen Dritten in ontologischer Deutung ausgeht. Denn nämlich setzt man voraus: *Entweder* ist die Realität *widerspruchsvoll* oder *widerspruchsfrei!* Es versteht sich von selbst, daß unter Annahme dieses Satzes „Logiker“ einerseits und „Dialektiker“ andererseits in zwei einander ausschließende Parteien gespalten werden und sich (immer bei gemeinsamer Voraussetzung jenes Prinzips!) mit Verbissenheit schlagen müssen. Aber wer sagt denn,

31 Natürlich ist die methodologische Analyse des fachwissenschaftlichen Vorgehens nicht der Inbegriff philosophischer Forschung. Aber es gibt diese nur mit jener. Man kann über die Naturwissenschaften kein vernünftiges Urteil philosophischer Art fällen, wenn man die Art und Weise ihres Vorgehens nicht kennt. Es ist in diesem Zusammenhang mit Nachdruck auf die Rolle der Mathematik zu verweisen, ohne die Naturwissenschaft schlechterdings undenkbar ist. Über die Arbeit „auf dem Gebiet der philosophischen Probleme der Mathematik“ stellen F. Fiedler, G. Klimaszewsky und G. Söder fest, daß „es kaum ernsthafte Fortschritte in den letzten Jahren“ gebe. (F. Fiedler/G. Klimaszewsky/G. Söder: Marxistisch-leninistische Philosophie und Einzelwissenschaften. In: DZfPh. Heft 11/1972. S. 1330.)

32 Ein Widerspruch im logischen Sinne liegt genau dann vor, wenn unter Voraussetzung der Behauptung eines Satzes dieser selbe Satz verneint wird, wenn also unter Annahme seiner Wahrheit seiner Falschheit gelten soll. Der logische Satz vom ausgeschlossenen Widerspruch leugnet in gar keiner Weise, daß Gegensätze bestehen und im Kampfe einander ausschließen. Im Gegenteil, unter dieser Voraussetzung ist er überhaupt erst gewinnbar (und übrigens historisch auch tatsächlich unter dieser Bedingung gewonnen worden). Er ist stringent an der Bedingung der logischen Identität geknüpft, deren negativer Ausdruck er ist.

dass dieses Prinzip angenommen werden muß? Niemand sonst als die metaphysische Anschauung der Realität! H. Hörz hält es für notwendig, „mit Auffassungen zu polemisieren, die dialektischen Strukturbeziehungen keine Aufmerksamkeit schenken“, und ebenso für wichtig, „die bisher einseitige Darstellung der Entwicklungstheorie nur über den dialektischen Widerspruch zu überwinden“³³. Ich möchte aber die Frage aufwerfen: Haben wir denn die Theorie des Widerspruchs wirklich schon im Griff? Ist der Reichtum der Erkenntnisse der Klassiker des Marxismus-Leninismus, ist der Reichtum der ganzen Ergebnisse der Wissenschaftsentwicklung überhaupt in bezug auf die theoretische Lösung des Widerspruchproblems tatsächlich ausgeschöpft? Ich glaube, daß dies nicht der Fall ist.

Ein Blick auf eine bestimmte logische Fassung des Widerspruchsbegriffs (die kontradiktoriale Konjunktion ist ja nichts als eine nomierte Form dieses Begriffs!) zeigt, daß die Gesetzesauffassung des dialektischen Determinismus, die Hörz m.E. mit vollem Recht verteidigt, mit der Widerspruchsauffassung der Entwicklungstheorie vollständig in der Grundlage zusammenfällt: Der logische Auschluß des Widerspruchs besagt nämlich letzten Endes gar nichts anderes als die Feststellung, daß man aus einer *bestimmten* Voraussetzung nicht *Beliebiges* folgern kann. Was aber ist eine bestimmte Voraussetzung? Das ist im elementaren Fall eine Behauptung, zu der es wenigstens einen Gegenkandidaten gibt, d.h. einen Gegenstand, auf den die Behauptung nicht zutrifft. Eine bestimmte Behauptung setzt also die Existenz eines Gegenstandes voraus, auf den sie zutrifft, wie die Existenz eines Gegenstandes, auf den sie nicht zutrifft, folglich die Existenz von – wie ich sagen möchte – gegenständlichen Gegensätzen. Andernfalls ist die Behauptung nicht bestimmt. Was ist die elementare Voraussetzung aller Gesetzeslehre des philosophischen Determinismus? Offenbar genau die Auffassung, daß aus *bestimmten* realen Bedingungen nicht *Beliebiges* zustande kommen kann. (Wer Weintrauben preßt, wird gewiß nicht Apfelsaft erhalten.) Selbstverständlich sind Bedingungen erst dann bestimmt, wenn Dinge angegeben werden, die *nicht* zu ihnen gehören. Dies ist das alte und philosophisch wohlbekannte Prinzip des Spinoza: Alle Determination ist Negation! Und eine Negation ist nur wirklich ausgeführt, wenn komplementäre Bereiche konstituiert sind. Die analytische Methode operiert unter Voraussetzung dieser Determination nun gerade so, daß das *Komplement* eines determinierten Bereiches (ohne welches dieser Bereich genau unter der *Dominanz der Identität* bei Abstraktion von der Verschiedenheit – und liefert folglich immer relative Wahrheiten!

Wie dieser Exkurs zeigt, besteht gar kein Grund, die Annahme des Widerspruchs als Basis der Entwicklungstheorie für eine „einseitige Darstellung“ zu halten. Es besteht ja Einigkeit darüber, daß das Subjekt einer Entwicklung stets ein System ist, welches gegenüber seiner Umwelt (die mithin das Nicht-System im Sinne des Komplements darstellt) offen ist, also mit seinem Gegensatz in

33 H. Hörz: Dialektischer Determinismus und Entwicklungstheorie. In: DZfPh. Heft 3/1973. S. 353.

wechselseitige Einwirkung tritt. (Abgeschlossene Systeme allerdings haben keine Entwicklung!) Die Aufnahme von Gegenständen aus der Umwelt durch das System wie die Abgabe (Stoffaustausch) realisiert dann das, was wir in der Dialektik allgemein die Negation der Negation nennen: Es wird nämlich diese Aufnahme stets mit einer qualitativen Umbildung so verbunden, daß der aufgenommenen Gegenstand systemreproduzierend wirkt. Die Negation der Negation ist also die *Aufnahme* eines voraussetzungsgemäß nicht zum System gehörenden Gegenstandes bei gleichzeitiger qualitativer *Umwandlung* desselben in einen nun zum System gehörenden. (Dieselbe Situation liegt umgekehrt bei der Ausscheidung von Gegenständen aus dem System vor!)

Nimmt man diese Sicht der Dinge an, so gibt es allerdings einen entscheidenden Punkt, der nicht zu übersehen ist: Die Hegelsche Konzeption vom Widerspruch in den Dingen ohne Rücksicht auf ihre äußere Wechselwirkung ist – nach meinem Dafürhalten – materialistisch unannehmbar³⁴. Wenn man unter dem Terminus Ding ein Objekt a versteht, für das a = a gilt (a ist von sich selbst ununterscheidbar bzw. mit sich selbst identisch), so ist damit ein Ding genau als Repräsentant der Widerspruchsfreiheit gedacht. Unter dieser Voraussetzung ist es dann eine logische Absurdität (eine Kontradiktion), vom Widerspruch im Dinge zu reden. Läßt man diesen Begriff des Dinges nicht gelten, so muß man sogleich zugeben, daß das widerspruchsvolle Ding zugleich ein System ist, also teilbar und so aus elementaren Dingen bestehend, die ihrerseits wieder komplementäre Klassen darstellen müssen. Die materialistische Widerspruchsauffassung erzwingt nach meiner Meinung die Annahme des äußeren Widerstreits als Bedingung der Gültigkeit einer Widerspruchsbegründung. Ein sich nicht im Widerstreit von Gegenständen komplementärer Klassen äußernder Widerspruch ist eine mystische Sache. Daher sagt Engels eben auch, daß „von Körpern außer der Bewegung, außer allem Verhältnis zu den andern Körpern“ nichts zu sagen ist.

Schließlich sei festgehalten, daß mit dieser Sicht der Dinge die obige Behauptung über die Einheit von Widersprüchlichkeit und Widerspruchsfreiheit in der Realität (und mithin die Behauptung über die Realität empirisch feststellbarer Abstrakta) sofort plausibel expliziert werden kann: Im Widerstreit der Gegenstände komplementärer Klassen realisiert die Negation der Negation die Dominanz der Identität der Klassen über die inneren Unterschiede ihrer Gegenstände und zugleich die Dominanz der Verschiedenheit der Klassen gegeneinander. Also realisiert sich der Kampf der Gegensätze so, daß *nach innen der Widerspruch wesentlich ausgeschlossen, nach außen gerade wesentlich eingeschlossen* wird. Indem im Rahmen der analytischen Methode mittels der Determination eines Bereiches der Gegensatz zum Komplement des Resultats dieser Determination außerhalb der Betrachtung bleibt, ergibt sich die scheinbare Verkehrung der

34 Vgl.: P. Ruben: Die materialistische Dialektik und ihre Grundgesetze. In: Gesetz – Erkenntnis – Handeln. Beiträge zum marxistisch-leninistischen Gesetzbegriff. Berlin 1972. Insbesondere S. 177–179; P. Ruben: Strategisches Spiel und dialektischer Widerspruch. In: DZfPh. Heft 11/1970. Insbesondere S. 1376–1384.

dialektischen Widerspruchssicht: Die Realität scheint widerspruchsfrei zu sein! Aber es ist so eben nie die Realität bestimmt, sondern immer nur ein möglicher Ausschnitt im Gegensatz zu den Gegenständen, die außerhalb der Betrachtung bleiben.

Ich betone, daß diese Sicht des Widersprüchs nach meiner Auffassung zur Determinismustheorie gehört. Von der Entwicklung ist noch gar nicht gesprochen. Sie kommt erst als theoretischer Gegenstand auf die Tagesordnung, wenn man nun den wirklichen Reproduktionsprozeß eines Systems im Gegensatz zu seiner Umwelt betrachtet. Darüber hat die moderne synthetische Evolutionstheorie der Biologie reichhaltiges naturwissenschaftliches Material akkumuliert, das der philosophischen Analyse im Rahmen der materialistischen Naturdialektik harrt³⁵. Wenn G. Stiehler fragt, „ob ein Verfahren, welches den dialektischen Determinismus in Natur und Gesellschaft gleichzeitig angeht, effektiv genug ist“³⁶, so kann dieses akademische Problem durch die Kenntnisnahme der naturwissenschaftlichen Evolutionserfahrungen in Biologie, Chemie und Physik sofort aus der Welt geschafft werden. Falls man die Kenntnisnahme aber nicht vollzieht, ist die Stiehlersche Frage nach der Effektivität ebensoviel wert wie die Frage nach der Produktivität einer nicht benutzten Maschine. Im übrigen besteht wohl die Aufgabe der Philosophie darin, nicht nur Natur und Gesellschaft gleichzeitig in der Weiterbildung der materialistischen Dialektik anzugehen, sondern obendrein auch noch das Denken. Denn eben so definiert Engels sie ja: „Die Dialektik ist . . . die Wissenschaft von den allgemeinen Bewegungs- und Entwicklungsgesetzen der Natur, der Menschengesellschaft und des Denkens.“³⁷

V. A. Ambarcumjan/V. V. Kazjutinskij (Erevan, Armenien)

Die materialistische Dialektik – Methodologie und Logik der Entwicklung der modernen Naturwissenschaft

Der vorliegende Aufsatz wurde dem Sammelband: Dialektik in der modernen Naturwissenschaft, entnommen, der 1973 im Akademieverlag, Berlin/DDR, erschien (S. 19–39).

Die moderne Naturwissenschaft entwickelt sich in einem immer schnelleren Tempo, wobei sich unsere Kenntnisse über die Natur verbreitern und vertiefen und sich somit die Herrschaft des Menschen über sie vergrößert. Die Natur setzt die Forscher durch immer ungewöhnlichere, unerwartete Erscheinungen, die es scheinbar gar nicht geben kann bzw. die nicht „existieren dürfen“, in Erstaunen. Sie erweist sich unermöglich tiefer und vielgestaltiger, als die zu jeder Zeit bestehenden naturwissenschaftlichen Vorstellungen. Das zwingt uns, ständig und beharrlich das System des Wissens zu präzisieren und frühere Theorien durch neue, der objektiven Realität adäquatere, zu ersetzen.

Der Fortschritt der modernen Naturwissenschaft hat eine Reihe grundlegender erkenntnistheoretischer, methodologischer und weltanschaulicher Fragen aufgeworfen, um die ein scharfer Kampf der philosophischen Richtungen entbrennt. Diese Fragen sind von W. I. Lenin in der Arbeit „Materialismus und Empiriokritizismus“, in seinen „Philosophischen Heften“, in dem Aufsatz „Über die Bedeutung des streibaren Materialismus“ und in anderen Arbeiten analysiert worden. Lenin wies die Unhaltbarkeit der idealistischen und metaphysischen Deutung der Naturwissenschaften am Beginn des 20. Jahrhunderts nach. Dabei bewies er, daß die einzige Philosophie, die den gegenwärtigen Zustand der Naturwissenschaft adäquat reflektiert, der dialektische Materialismus ist. Die weitere Entwicklung der Naturwissenschaften hat diese Leninsche Schlußfolgerung glänzend bestätigt.

1. Das Entstehen neuer Problemsituationen in den modernen Naturwissenschaften

Eine der wesentlichsten Besonderheiten der modernen Naturwissenschaften ist das ständige Wachsen ihrer Bedeutung im gesellschaftlichen Leben.

Die angewandten und die Grundlagenwissenschaften nähern sich immer mehr an. Es vollzieht sich die Industrialisierung der wissenschaftlichen Forschung, die Verbindung zwischen Naturwissenschaften und Technik verstärkt sich. Sie werden immer mehr zur unmittelbaren Produktivkraft und beeinflussen alle Seiten der gesellschaftlichen Entwicklung. Auch die Organisationsformen der naturwissenschaftlichen Forschungen verändern sich. Diese Forschungen werden jetzt zur Angelegenheit großer Kollektive, etwa in der Art einer „Fabrik“ zur Gewinnung

35 Vor allem R. Löther hat durch seine Arbeiten in diesem Zusammenhang einen wichtigen Beitrag geliefert. Vgl.: R. Löther: Die Beherrschung der Manigfaltigkeit. Jena 1972; R. Löther: Biologie und Weltanschauung. Leipzig/Jena/Berlin 1972.

36 G. Stiehler: Bemerkungen zu Problemen der Dialektik und des Determinismus. In: DZfPh. Heft 3/1973. S. 346.

37 F. J. Engels: Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft. A.a.O. S. 132.

von Kenntnissen über die Natur. Tiefgehende Veränderungen vollziehen sich in der Struktur und im Inhalt der Naturwissenschaft in ihrer Gesamtheit, aber auch in den einzelnen Disziplinen, sowie bei den Wegen zur Gewinnung neuer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. Die Entwicklung der Naturwissenschaft läßt den Umfang des Wissens rasch anwachsen. In dem Zusammenhang wird die Naturwissenschaft ihrer Struktur nach wesentlich komplizierter. (Man muß natürlich den Vorbehalt machen, daß zwischen der Struktur der naturwissenschaftlichen Theorien und ihren Systemen einerseits und der Struktur des ihnen entsprechenden Umfanges keine einfache und eindeutige Zuordnung besteht.) In der modernen Naturwissenschaft vollzieht sich eine tiefgehende Revolution, die in der Physik an der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert begann und später auch andere Naturwissenschaften — vor allem die Astronomie und Biologie — erfaßte. Gerade bei diesen naturwissenschaftlichen Disziplinen entstanden und entstehen die schwierigsten „Problemsituationen“, die durch die zeitweiligen „Krisen“ in unseren Vorstellungen von der Natur hervorgerufen wurden. Derartige Situationen, die das Bedürfnis nach prinzipiell neuen Begriffen und Theorien, nach der Vertiefung und Präzisierung des naturwissenschaftlichen Weltbildes hervorriefen, gaben dem Fortschritt der Naturwissenschaften starke Impulse.

Die Revolutionen, die sich in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts in der Physik vollzog, vollendete die Ausarbeitung solcher grundlegender Theorien, wie der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie und der Quantenmechanik. Diese Theorien waren zuerst dem Anschein nach so ungewöhnlich, daß die Möglichkeit ihrer experimentellen Bestätigung vielfach bezweifelt wurde. In der Folgezeit fanden die grundlegenden Theorien der modernen Physik und die auf ihnen begründeten Forschungsmethoden vielfältige konkrete Anwendungen. Sie erwiesen sich in den verschiedensten Gebieten der Naturwissenschaft (Chemie, Biologie u.a.) und der Technik als außerordentlich fruchtbar. Sie führten zu einem schnellen wissenschaftlichen Fortschritt und zu neuen Auffassungen, die völlig zu recht als Fortsetzung der Revolution in der modernen Naturwissenschaft betrachtet werden.

Die Tatsache, daß die hervorragenden Erfolge der Naturwissenschaften in den letzten drei Jahrzehnten durch die Anwendung bereits bekannter Theorien erreicht und keine neuen grundlegenden Theorien geschaffen wurden, rief bei einem Teil der Naturforscher ein gewisses Gefühl der Selbstzufriedenheit hervor. Viele von ihnen begannen zu glauben, daß alle (oder fast alle) Grundgesetze der Natur bereits entdeckt seien und uns nur übrigbleibe, sie auf die verschiedenen Erscheinungen anzuwenden.

Die Erforschung der Natur führt jedoch zu neuen und ungeahnten Ergebnissen, und sie offenbart eine immer größere Vielgestaltigkeit der neuen und „absonderlichen“ Erscheinungen. In der Gegenwart sind die Physik der Elementarteilchen und in noch größerem Maße die Astronomie die Gebiete der erstaunlichsten Entdeckungen in der Naturwissenschaft, die eine tiefgehende Umwälzung unserer Auffassungen von der Natur erfordern (oder erfordern können).

In den zwanziger und dreißiger Jahren bildete sich in vielen astronomischen Disziplinen, besonders in der Astrophysik, der Kosmogonie und der Kosmologie eine tiefe Krise der früheren Theorien und Hypothesen heraus. Sie wurde durch neue Auffassungen über die Struktur und die Evolution des Universums gelöst. Aber in letzter Zeit sind im Weltall Objekte von bisher unbekannter Art, aktive Kerne von Galaxien, Quasare u.a. entdeckt worden. Versuche, sie im Rahmen der uns bekannten grundlegenden physikalischen Theorien zu beschreiben, stoßen auf riesige, möglicherweise fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Das bedeutet, daß die Naturwissenschaft zur Anerkennung der „Unvermeidlichkeit einer immer absonderlicheren Welt“ schreitet.

Die Wege und Verfahren zur Erlangung neuer Erkenntnisse sind in vielem von den traditionellen verschieden.

Erstens ist das Wechselverhältnis von Versuch (Experiment, Beobachtung) und Theorie bedeutend komplizierter geworden. Es wurde deutlich, daß zur Überprüfung der einen oder anderen theoretischen Auffassung viele Experimente und Beobachtungen durchgeführt werden müssen. Das sind Fragen, die von uns der Natur gestellt werden, um die Antwort „ja“ oder „nein“ zu erhalten. Der Weg vom Versuch zur Aufstellung der Theorie wurde zusehends komplizierter. In einer Reihe von Fällen wuchs er durch die große Zahl von dazwischen liegenden und vermittelnden Etappen und Kettengliedern. Die Mehrdeutigkeit bei der Auswertung der empirischen Daten wuchs. Sie ließen sich oft auf der Grundlage der verschiedensten (zuweilen sich einander ausschließenden) Positionen interpretieren. Gleichzeitig erforderte die Aufstellung neuer naturwissenschaftlicher Theorien neben den empirischen Daten die Hinzuziehung mannigfaltiger und häufig sehr komplizierter theoretischer Auffassungen, die aus dem bestehenden Wissenschaftssystem abgeleitet wurden.

Es erwies sich schließlich, daß in einigen Forschungsetappen, in Wissenschaften wie der Physik, eine relativ selbständige Entwicklung der Theorie auf der Grundlage der ihr innenwohnenden Logik und manchmal sogar ohne Bezugnahme auf Experiment oder Beobachtung möglich ist. In vielen Fällen vermochten solche Theorien Erscheinungen vorherzusagen, die danach experimentell nachgewiesen wurden.

Zweitens, was nicht weniger wichtig ist, schlossen die paradoxen krisenhaften „Problemsituationen“, die in den verschiedenen Naturwissenschaften entstanden waren, die Möglichkeit eines schablonenhaften Vorgehens bei ihrer Lösung auf der Grundlage einer einfachen Anwendung der bestehenden Methoden und Prinzipien aus. Aber die immer größere „Absonderlichkeit“ der Schlußfolgerungen, die im Ergebnis der Lösung derartiger Situationen gewonnen wurden, riefen oft Zweifel an der Stichhaltigkeit und Rechtmäßigkeit solcher Schlußfolgerungen hervor.

Die genannten Entwicklungstendenzen der modernen Naturwissenschaft führten auch zu einer Vielzahl von Fragen, die eine philosophische Analyse erforderten, weil sie „Grenzfragen“ zwischen der Naturwissenschaft und der Philosophie sind. Jeder entscheidende Schritt in der Entwicklung solcher Wissen-

schaften wie der Physik, der Astrophysik und der Biologie war mit der Lösung dieser Fragen verbunden. Je kontroverser die entsprechende „Problemsituation“ war, desto entschiedener brachen neue Theorien, die uns von der Natur aufgedrängt wurden, mit den allgemein gebräuchlichen Auffassungen, präzisierten und verallgemeinerten sie. In umso größerem Maße verlangten die hier entstehenden Probleme eine philosophische Analyse.

Unter den philosophischen Problemen der modernen Naturwissenschaften nehmen die der Methodologie und der Logik der wissenschaftlichen Forschung (besonders bei ungewöhnlichen Situationen, bei der Lösung prinzipiell neuer Aufgaben) und auch der Logik der Entwicklung der Naturwissenschaft im ganzen einen hervorragenden Platz ein. Sie werden jetzt in vielen Untersuchungen von den verschiedensten philosophischen Standpunkten aus erörtert. Im weiteren werden einige Aspekte dieser Probleme betrachtet.

2. Das Verhältnis von Empirie, Experiment und Theorie in der modernen Naturwissenschaft

Eines der Ziele der Analyse von methodologischen und logischen Problemen der naturwissenschaftlichen Forschung besteht in der Erklärung der Wechselbeziehung zwischen den empirischen und theoretischen Komponenten bei der Aufstellung von Theorien, die die Gesetzmäßigkeiten der verschiedenen Gebiete in der Natur beschreiben.

Die verschiedenen idealistischen Richtungen der modernen Philosophie gehen an die Lösung dieser Probleme einseitig heran: sie heben einzelne Faktoren hervor, andere dagegen ignorieren oder unterschätzen sie.

Die Positivisten betonen die wachsende Rolle empirischer Daten beim Studium der Natur. Die Erfahrung führte zur Aufgabe einer Reihe scheinbar „unerschütterlicher“ Auffassungen der klassischen Naturwissenschaft wie etwa von den unteilbaren Atomen, dem absoluten Raum und der absoluten Zeit, dem universellen Charakter des Laplaceschen Determinismus u.a. Es stellte sich heraus, daß die grundlegenden naturwissenschaftlichen Begriffe – entgegen der Philosophie *Kants* – durchaus nicht *a priori* existieren. Dem Apriorismus *Kants* wurde der Todesstoß versetzt. Aber die Positivisten begnügten sich nicht damit, das Scheitern des Apriorismus festzustellen. Sie gingen bedeutend weiter, wenn sie das verfügbare Wissenssystem (insbesondere die philosophischen Ideen und Prinzipien) bei der Synthese neuen Wissens über die Natur ganzlich verworfen¹.

1 Vgl.: Ph. Frank: Einstein, Mach und der logische Positivismus. In: Albert Einstein als Philosoph und Naturforscher, hrsg. von P. A. Schilpp. Stuttgart 1955. S. 173–187; H. Reichenbach: Die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie. In: Albert Einstein als Philosoph und Naturforscher. A.a.O., S. 188–207 und andere Aufsätze dieses Sammelbandes.

Andererseits fanden sich auch aktive Verteidiger der Auffassung von der apriorischen Herkunft grundlegender Begriffe und Theorien der modernen Naturwissenschaft. Zum Beispiel glaubte A. S. Eddington, als er sich selbst Rechenschaft ablegte, daß der Gedanke von der Möglichkeit des apriorischen Wissens in den Naturwissenschaften immer verfehlt gewesen sei, gleich *Kant*, daß die echte Wissenschaft dann beginne, wenn die Vernunft der Natur die Gesetze vorschreibt und sie nicht bei ihr entlehnt. Nach Eddington können „Alle Naturgesetze, die gewöhnlich unter die grundlegenden eingereiht werden... zur Gänze durch erkenntnistheoretische Überlegungen vorhergesehen werden. Sie entsprechen einem Wissen *a priori* und sind daher durchaus subjektiv.“² Eddington behauptet auch, daß ein Intellekt, welcher unser Universum nicht kennt, „aber das System des Denkens, mit dessen Hilfe das menschliche Bewußtsein den Inhalt seiner gefühlsmäßigen Erfahrung interpretiert, fähig wäre, das gesamte physikalische Wissen, das wir auf experimentellem Wege erhielten, zu erfassen. Er würde nicht die einzelnen Ereignisse und Objekte unserer Erfahrung prägen, sondern die Verallgemeinerung herleiten, die wir gefunden haben, weil diese auf ihnen fußen.“³ Die Erfahrung ist nach Eddington stets die hoffnungslose „Schuldnerin“ der Theorie. Eddington verglich die Physik mit Prokrustes „dessen anatomische Untersuchungen über die Größe der Wanderer stets die Länge des Bettes enthüllten, in dem er sie zu schlafen zwang.“⁴

Als Beispiel für die Theorien, die auf der Grundlage von erkenntnistheoretischen Voraussetzungen rein deduktiv aufgestellt werden, nannte Eddington die relativistische Kosmologie und besonders die von ihm erarbeitete Konzeption, welche atomare Konstanten mit einigen kosmologischen Parametern verbindet.

Vom Standpunkt der materialistischen Dialektik ist das Dilemma „Apriorismus oder Empirismus?“, worum vor 20 bzw. 30 Jahren ein besonders heftiger Streit entbrannte, der sich bis in die Gegenwart hinzieht, ein Pseudoproblem. Die Erforschung der Natur ist sowohl ohne Erfahrungstatsachen als auch außerhalb eines vorhandenen Wissenssystems undenkbar. Dieses Wissenssystem tritt dem Forscher als relativ „apriorisch“ entgegen, weil es die Akkumulation der vorangegangenen Erfahrungen darstellt. Es nimmt auf einer bestimmten Stufe bereits unabhängig von diesen an der Forschung teil.

Empirische Daten spielen zweifellos bei der Schaffung naturwissenschaftlicher Theorien, darunter auch grundlegender Theorien der modernen Physik, eine äußerst wichtige Rolle. Ein beredtes Beispiel ist die Schaffung der Quantenmechanik. Es war eine langjährige hartnäckige und außerordentlich schwierige Arbeit zur Erforschung von Spektren und Effekten im atomaren Bereich notwendig. Weiter mußte man bei der Konfrontation mit den Fakten alle Versuche aufgeben, diese Erscheinungen auf der Grundlage abgeschwächter klassischer Auffassungen (etwa des Atommodells von N. Bohr) zu begreifen, bevor schließ-

2 A. S. Eddington: Philosophie der Naturwissenschaft. Wien 1949. S. 76.

3 A. S. Eddington: Relativity theory of protons and electrons. Cambridge 1936. S. 327.

4 A. S. Eddington: Relativity theory of protons and electrons. A.a.O., S. 329.

lich der mathematische Formalismus und auch die grundlegenden physikalischen Prinzipien der Quantentheorie formuliert wurden.

Die Beispiele, die *Eddington* selbst anführt, sprechen ganz und gar nicht für seine Ansichten. Insbesondere die relativistische Kosmologie baut sich so auf, daß in ihr die Widersprüche zu den Tatsachen fehlen, die für die klassische Newtonsche Kosmologie als fatalistisch interpretierbar waren (und auch die charakteristischen inneren Widersprüche der Newtonschen Kosmologie). Der Begründer der relativistischen Kosmologie, *Albert Einstein*, suchte zu berechnen, was Anfang des 20. Jahrhunderts als Tatsache angenommen wurde, obgleich es sich in der Folge als falsch erwies, beispielsweise die Gleichverteilung der Masse im Raum. Folglich lag hier keinerlei „Apriorismus“ im Sinne *Eddingtons* vor.

Daß die modernen naturwissenschaftlichen Theorien ganz und gar nicht auf der Grundlage irgendwelcher apriorischer Prinzipien entstehen, geht eindeutig aus folgender allgemein bekannter Tatsache hervor: Die meisten bedeutenden Entdeckungen in der Natur ergaben sich völlig unerwartet. Diese Entdeckungen wurden keineswegs auf der Basis des bestehenden Wissenssystems vorausgesagt. In einigen Fällen konnten sie sogar noch lange Zeit, nachdem sie gemacht worden waren, nicht adäquat theoretisch interpretiert werden.

Angesichts dieser Tatsache muß man staunen, daß der Apriorismus *Eddingtons* seinerzeit eine derartig energische Reaktion der Parteigänger verschiedener philosophischer Richtungen hervorrief. *James Jeans* spottete über die Behauptung *Eddingtons*, man könne auf logizistischem Weg feststellen, daß die Masse des Protons das 1847fache der Masse des Elektrons beträgt. Dann wäre es z.B. auch möglich zu beweisen, meint *Jeans*, daß die Masse des Apfels das 1847fache der Masse der Orange beträgt⁵. Tatsächlich kann man derartige Wechselbeziehungen nur empirisch bestimmen. *Max Born* sagte, daß „... *Eddingtons Philosophie*... den Triumph der Theorie über das Experiment verkündet...“ und „... daß diese Ansichten die gesunde Entwicklung der Wissenschaft gefährden.“ In der Geschichte der Wissenschaften bemerkte er „... einen gewissen periodischen Ablauf: Zeitschnitte, in denen sich die experimentelle Kunst erweitert, wechselt mit anderen ab, in denen vornehmlich die Theorie entwickelt wird.“⁶

Die Anerkennung der wichtigen Funktion empirischer Daten bei der Erarbeitung von Theorien der modernen Naturwissenschaft ist jedoch kein Grund, jene Rolle abzuwerten und zu unterschätzen, die das existierende Wissenssystem bei der Synthese neuer naturwissenschaftlicher Auffassungen spielt (wie es durch die Positivisten geschieht).

Auch die Schaffung der Relativitätstheorie und der Quantenmechanik, von denen die Positivisten behaupten, sie seien durch die Methode des „reinen Empirismus“ aufgestellt worden, wäre in Wirklichkeit ohne eine inhaltliche Analyse

der grundlegenden physikalischen Begriffe undenkbar gewesen. Gerade durch solche Analysen wurden die der modernen Physik entsprechenden nichtklassischen Begriffe des Raumes, der Zeit, der Kausalität und viele andere erarbeitet.

Nur in einem Sinne ist *Eddingtons* Vergleich eines Naturwissenschaftlers mit Prokrustes gerechtfertigt. Jede Naturwissenschaft untersucht ihr Objekt subjektiv – vom Standpunkt der menschlichen Praxis, deren Aufgaben, Interessen usw. Der Naturforscher hat es mit Ausschnitten, Seiten, Aspekten der Natur zu tun, die ihm in der Praxis entgegentreten. Ihre Gesetzmäßigkeiten liegen nicht an der Oberfläche der zu untersuchenden Erscheinungen. Versucht er, die Erscheinungen zu begreifen, so breitet er über sie jenes theoretische „Netz“ aus, das ihm zum gegebenen Zeitpunkt zur Verfügung steht. So wird der Versuch unternommen, ob die zu untersuchenden Aspekte der Natur in das „Prokrustesbett“ der theoretischen Möglichkeiten des Forschers gezwängt werden können. Aber das ist nur eine Seite des Problems. Man darf nicht vergessen, daß uns die Natur ihrerseits nicht nur die Methode der Beschreibung, sondern auch die Gesetzmäßigkeiten der empirischen und theoretischen Wissensebenen, darunter auch der Grundgesetze der Physik, „vorsagt“ und sehr nachdrücklich „aufzwingt“. Wenn es sich herausstellt, daß für die Beschreibung wenigstens einiger der unlängst im Weltall entdeckten Erscheinungen die Verallgemeinerung der jetzt bekannten grundlegenden physikalischen Theorien notwendig wird, erhält man noch ein Argument gegen die Ansichten *Eddingtons* von der „Apriorität“ dieser Theorien.

Da *Eddington* einen wirklichen Wesenzug der modernen Untersuchung der Natur – die wachsende Aktivität des Forschers – in obigem Sinne auffaßte, konnte er ihre Bedeutung nicht richtig begreifen und das führte ihn zu extrem subjektivistischen Schlußfolgerungen.

Große Aufmerksamkeit schenkte bekanntlich *A. Einstein* dem betrachteten Problem.

Einstein maß den Tatsachen bei der Aufstellung einer physikalischen Theorie große Bedeutung bei. Er nahm aber an, daß Tatsachen für sich allein, wieviel es auch immer sein mögen, nicht zu solchen Theorien, wie der Allgemeinen Relativitätstheorie, führen können. „Eine Theorie kann an der Erfahrung geprüft werden, aber es gibt keinen Weg von der Erfahrung zur Aufstellung einer Theorie.“⁷ Diesen Gedanken hat *Einstein* beharrlich und oft wiederholt. „Höchste Aufgabe des Physikers“, schrieb er, „ist also das Aufsuchen jener allgemeinsten elementaren Gesetze, aus denen durch reine Deduktion das Weltbild zu gewinnen ist. Zu diesen elementaren Gesetzen führt kein logischer Weg, sondern nur die auf Erfahrung in die Erfahrung sich stützende Intuition... Keiner, der sich in den Gegenstand wirklich vertieft hat, wird leugnen, daß die Welt der Wahrnehmungen das theoretische System praktisch eindeutig bestimmt, trotzdem kein lo-

5 J. Jeans: Physik und Philosophie. Zürich 1951. S. 109.

6 M. Born: Experiment und Theorie in der Physik. In: „Physikalische Schriften“. Heft 11. Mosbach 1969. S. 7–8.

7 A. Einstein: Autobiographisches. In: Albert Einstein als Philosoph und Naturforscher. A.a.O., S. 33 (Hervorhebung v. d. Verf.).

gischer Weg von den Wahrnehmungen zu den Grundsätzen der Theorie führt . . .⁸ In diesem Sinne sind Grundbegriffe und Grundgesetze der Physik „*freie Erfindungen des menschlichen Geistes.*“⁹

Einstein hat vollkommen recht, wenn er unterstreicht, daß grundlegende Theorien der modernen Physik nicht aus empirischen Daten rein induktiv abgeleitet wurden. Der Weg ihrer Aufstellung war selbstverständlich bedeutend komplizierter. Sehr wichtig ist in derartigen Fällen immer die Intuition. Wenn aber von Versuch zur Theorie formal kein eindeutiger Weg führt, so heißt das keineswegs, daß dieser Weg überhaupt durch nichts determiniert ist. Neben der Intuition hängt der Entstehungsprozeß einer naturwissenschaftlichen Theorie auch von Faktoren ab, die gänzlich der methodologischen Analyse unterliegen. Das sind: 1. empirische Daten; 2. Theorien (allgemeine theoretische Ideen und Prinzipien der jeweiligen Wissenschaft); 3. das naturwissenschaftliche Weltbild; 4. mathematische Erwägungen; 5. philosophische Kategorien, Prinzipien und Ideen. Es gibt keinen Algorithmus, der völlig eindeutig erlauben würde, von den gewöhnlichen Fakten ausgehend, diese oder jene Theorie aufzustellen. Die empirischen Daten beschränken aber immerhin die „Willkür“ des Forschers soweit, daß man die Theorie nicht einfach als „*freie Erfindung des menschlichen Geistes*“ betrachten kann.

Einstins Auffassung von den Methoden des Aufbaus einer physikalischen Theorie war, ungeachtet der in ihr enthaltenen rationalen Momente, dennoch einseitig. Man könnte auch sagen: sie litt an den ihr zugrundeliegenden fehlerhaften Formulierungen.

Grundlage für eine wirklich allseitige und tiefgehende Analyse der Frage nach den allgemeinen Methoden der Aufstellung einer naturwissenschaftlichen Theorie ist die materialistische Dialektik.

Die Erkenntnis der Natur ist (wie jede Erkenntnis) vom Standpunkt der materialistischen Dialektik die schöpferische Tätigkeit des Subjekts, die auf die Widerspiegelung der Realität gemäß deren eigenen Gesetzen gerichtet ist.

Die materialistische Dialektik geht davon aus, daß an der Synthese der neuen Erkenntnis sowohl empirische Daten als auch verschiedene Ebenen des theoretischen Wissens teilhaben. Diese Faktoren sind natürlich in den verschiedenen Naturwissenschaften, in ihren unterschiedlichen Entwicklungsetappen, in ihren verschiedenen Forschungsstadien unterschiedlich. Ihr Einsatz wird in jedem konkreten Falle vom Forscher verwirklicht, indem er vom Wesen der zu lösenden Aufgabe ausgeht. In einzelnen Fällen treten die empirischen Daten in den Vordergrund, in anderen beginnen philosophische Überlegungen (natürlich in enger Wechselbeziehung mit anderen Faktoren) die Hauptrolle zu spielen. Die für die

8 A. Einstein: Prinzipien der Forschung. In: A. Einstein. Mein Weltbild. Berlin-West 1957. S. 109 (Hervorhebung v. d. Verf.).

9 A. Einstein: Zur Methodik der theoretischen Physik. In: A. Einstein. Mein Weltbild. A.a.O., S. 116.

materialistische Dialektik charakteristische Hervorhebung, daß alle diese Faktoren wichtig sind, schützt den Forscher vor Einseitigkeit.

In der materialistischen Dialektik gibt es unterschiedliche Einstellungen zur Analyse einiger konkreter Aspekte der zu betrachtenden Probleme. Sie betreffen im Grunde die Frage des Ranges, der Rolle, die bei der Synthese der neuen Erkenntnis empirische Angaben und verschiedene Ebenen des theoretischen Wissens spielen, sowie die Frage nach der Logik des Aufbaus einer naturwissenschaftlichen Theorie.

Manchmal wird behauptet, daß sich der Anteil empirischer Daten bei der Synthese einer neuen Erkenntnis vermindert hat, wohingegen der des zur Verfügung stehenden Wissenssystems gewachsen ist.

Zum Beweis führt man gewöhnlich an, daß in der Vergangenheit das Experiment in der Regel den neuen theoretischen Konstruktionen vorangegangen, während sich jetzt die Lage verändert habe. In der modernen Naturwissenschaft (gemeint sind in solchen Fällen hauptsächlich die physikalischen Wissenschaften) erreiche die Theorie einen solchen Reifegrad, daß das Experiment oft nur als Kettenglied bei der Überprüfung theoretischer Konstruktionen auftrete, die auf der Basis rein theoretischer Erwägungen erarbeitet wurden. Aber häufig wird auch die direkt entgegengesetzte Meinung geäußert, wonach die Rolle des Versuchs bei der Aufstellung einer Theorie nicht kleiner geworden, sondern sogar beträchtlich gewachsen ist.

Die Behauptungen, daß zur unmittelbaren Verallgemeinerung der experimentellen Angaben immer seltener Hypothesen herangezogen werden, geben Veranlassung, folgendes zu bemerken: Erstens hat niemand jemals dazu Untersuchungen angestellt. Zweitens sind in der klassischen Naturwissenschaft häufig theoretische Vorstellungen und Modelle entwickelt worden, die auf Prinzipien der Mechanik beruhten und dann erst mit experimentellen Angaben verglichen wurden.

Wir erwähnten bereits, daß bei der Aufstellung der Quantenmechanik die empirischen Daten große Bedeutung hatten. Wenden wir uns jetzt einem anderen Gebiet der modernen Naturwissenschaft, der Astrophysik, zu.

Die Astrophysik hat eine Reihe spezifischer Züge, die sie nicht nur von anderen Naturwissenschaften, sondern auch von anderen Teilgebieten der Physik unterscheidet. Die empirische Grundlage der Astrophysik sind die Fakten, die auf der Basis von Beobachtungen, nicht aber durch das Experiment gewonnen werden. Wenn der Physiker auf eine neue Erscheinung stößt, dessen Wesen ihm noch unklar ist, wiederholt er gewöhnlich sein Experiment, um die Abhängigkeit von den Bedingungen, unter denen das Experiment abgelaufen ist, festzustellen. Er hat nicht nur die Möglichkeit, die physikalischen Bedingungen allseitig zu untersuchen, unter denen die Erscheinungen vor sich gehen, sondern er kann sie auch lenken und verändern. In der Astrophysik verhält sich das anders. Wenn wir einmal eine ungewöhnliche Erscheinung beobachten, sind wir nicht in der Lage, die äußeren Bedingungen zu beeinflussen, unter denen sie stattgefunden hat oder sie gar unserem Wunsch gemäß zu wiederholen. Manchmal haben wir nicht ein-

mal Vorstellungen von jenen Bedingungen und äußeren Umständen, unter denen sich die von uns beobachtete Erscheinung vollzogen hat. Daher gliedern sich die astrophysikalischen Forschungen in der Mehrzahl in drei Etappen: 1. Beobachtung; 2. Interpretation der Erscheinung, d.h. Erklärung dessen, was gerade im Beobachtungsobjekt vorgeht; 3. Aufstellung einer umfassenden Theorie der Erscheinung, die die Erläuterung ihrer Ursachen mit einbezieht. Wir wollen das an einigen Beispielen konkreter verdeutlichen.

Bereits im vergangenen Jahrhundert bekundeten die Astronomen ihr Interesse für das Aufflammen der sogenannten „Novae“. Es wurde festgestellt, daß das Aufflammen mit dem Anwachsen der Helligkeit eines bereits existierenden schwach leuchtenden Sternes zusammenhängt. Es wurde eine vom heutigen Standpunkt völlig naive Hypothese aufgestellt, wonach das Aufflammen einer Nova durch die Kollision zweier Sterne hervorgerufen wird. Die weitere Sammlung von Beobachtungsergebnissen, die auf dem Aufflammen von Novae in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts beruhten, gaben jedoch Veranlassung, diese Hypothese entschieden zu verwerfen. Es zeigte sich, daß wirklich im Stern eine schnelle Freisetzung von Energie, eine Explosion stattfindet. Dadurch wird die Substanz der äußeren Schichten des Sterns in den Raum geschleudert. Um den Stern entsteht eine Gashülle. Diese expandiert und bildet einen Nebel, der sich ausbreitet und zerstreut.

So machte langjährige Forschung begreiflich, was beim Aufflammen geschieht. Bis heute aber gibt es noch keine Theorie, die die Ursachen der Explosion erklärt. Es ist bemerkenswert, daß Versuche, eine solche Theorie durch „Überspringen“ der zweiten Etappe zu schaffen, zum Mißerfolg führten.

Der methodologische Fehlschlag, der seinerzeit in Verbindung mit der Untersuchung der Novae gemacht wurde, wiederholte sich interessanterweise in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, als die Radiogalaxien entdeckt wurden.

Im Jahre 1952 wiesen die amerikanischen Astrophysiker *W. Baade* und *R. Minkowski* nach, daß einige Radioquellen Galaxien sind. *Baade* und *Minkowski* versuchten, eine Erklärung für die von ihnen entdeckte Erscheinung mit der Hypothese zu geben, daß jede Radiogalaxie das Ergebnis einer Kollision zweier Galaxien ist, wobei jede bis zum Zusammenstoß große Massen an Gas enthält. Unmittelbar nach ihrer Veröffentlichung wurde diese Hypothese im Observatorium von Bjurakan ausführlich analysiert. Es wurde gezeigt, daß die Wahrscheinlichkeit der erforderlichen fast zentralen Zusammenstöße sicher zu gering ist, um damit die beobachtete Zahl von Radiogalaxien zu erklären. Außer diesem rein statistischen Argument wurden auch andere Einwände vorgebracht. Die Radiogalaxien sind in fast allen Fällen Riesengalaxien. Die Ursache für die intensive Strahlung im Radiofrequenzbereich muß man folglich in den inneren Vorgängen suchen und kann sie nicht aus äußeren Faktoren, wie einer Kollision, erklären. In der Gegenwart muß als erwiesen betrachtet werden, daß die Umwandlung gewöhnlicher Galaxien in Radiogalaxien das Ergebnis des Heraus schleuderns riesiger Teilchen relativistischer Elektronen aus dem Kern der Galaxis ist. Wenn sie sich im Magnetfeld bewegen, geben sie eine intensive Strah-

lung ab. Der Ausstoß der Wolke geschieht in verhältnismäßig kurzer Zeit. Deshalb stellt die ganze Erscheinung eine riesige Explosion dar, bei der eine Energie in der Größenordnung von 10^{60} bis 10^{62} erg freigesetzt wird. Das sind die größten Explosionen, die in der Natur beobachtet werden. Auf diese Weise entstand die moderne Vorstellung von der Aktivität der Galaxienkerne. Diese Vorstellung führte bereits jetzt zu sehr weitgehenden Schlüssen.

Noch ein Beispiel. Bis in die jüngste Vergangenheit gab es die verschiedensten, widersprüchlichsten und nicht selten die gegenseitig ausschließenden Hypothesen über die Struktur der Mondoberfläche und die Entstehung der beobachteten Besonderheiten des Mondreliefs. Sie alle stützten sich auf mittelbare Angaben, da sie lange Zeit ungenügend begründet geblieben waren. Erst nachdem automatische Stationen und Kosmonauten auf der Oberfläche des Mondes gewesen waren, wurde die unmittelbare Überprüfung unserer Ansichten über die Natur des Mondes möglich. Zweifellos führen die Fakten, die im Ergebnis der direkten Untersuchung des Erdtrabanten erbracht wurden, zu neuen, der Realität bedeutend angenäherten Vorstellungen vom Mond, was auch viele Rätsel des Sonnensystems lösen wird.

Diese Beispiele zeigen klar, daß oft neue Vorstellungen vom Universum als Ergebnis der Verallgemeinerungen von Faktenmaterial entstehen. Analog verhält es sich auch in vielen anderen naturwissenschaftlichen Bereichen.

Die angeführten Beispiele schließen natürlich keineswegs aus, daß bei astrophysikalischen Forschungen auch die Bedeutung der physikalisch-theoretischen und mathematischen Voraussetzungen wächst. Wo es hinreichend ausgearbeitete Theorien (z.B. von der Sternatmosphäre) gibt, dienen sie als zuverlässiges Instrument für die Analyse und Verallgemeinerung der Fakten. Aber diese Beispiele zeigen, daß von Bedeutungsminderung der empirischen Daten in der modernen Naturwissenschaft keine Rede sein kann.

Lebhafte Diskussionen ruft heute die Frage hervor, worin denn die Rolle der materialistischen Dialektik bei der wissenschaftlichen Forschung bzw. bei der Synthese neuen Wissens konkret bestehe. Besteht sie darin, daß die Philosophie jetzt, wie früher, für die Naturwissenschaft die Quelle neuer Ideen ist oder büßte sie diese Funktion durch das Scheitern der Naturphilosophie ein? Beeinflußt die Philosophie die Erforschung der Natur nur über das Weltbild und die darauf begründete Denkweise, die für die gegebene Entwicklungsstufe der Naturwissenschaft charakteristisch ist oder auch durch unmittelbaren Einfluß, der auf der empirischen Stufe der Forschung entsteht?

Nicht selten wird behauptet, die theoretische Naturwissenschaft habe bereits einen solchen Reifegrad erreicht, daß sie fähig sei, die wesentlichen naturwissenschaftlichen Theorien ohne Hilfe der Philosophie zu formulieren. Eine andere Auffassung dieser Frage führt zum Rückfall in die „Naturphilosophie“.

Freilich: die Versuche einer spekulativen Konstruktion naturwissenschaftlicher Theorien durch ihre Herleitung aus „rein philosophischen“ Überlegungen sind längst und unwiderruflich durch die moderne Wissenschaft verworfen worden. Aber die philosophischen Ideen des Atomismus, der Kausalität, der Ent-

wicklung und viele andere haben auch heute nicht ihre methodologische Bedeutung verloren. Sie sind aktiv an der Synthese neuer naturwissenschaftlicher Auffassungen und – natürlich in enger Wechselbeziehung mit empirischen Daten – auch an den theoretischen Vorstellungen beteiligt, die in den jeweiligen Disziplinen der Naturwissenschaft zustande kommen. Dabei läßt sich die heuristische Bedeutung der philosophischen Kategorien, Prinzipien und Ideen auf allen Stufen der naturwissenschaftlichen Forschung nachweisen.

In den letzten Jahren ist die heuristische Funktion der materialistischen Dialektik bei der Synthese des modernen wissenschaftlichen Weltbildes allseitig erkannt worden.

Die Philosophie spielte auch bei der Aufstellung und Entwicklung grundlegender Theorien der modernen Physik eine überaus wesentliche Rolle. Ebenso wie physikalisch-theoretische Überlegungen erlauben, bestimmte Gleichungstypen auszuwählen, die bei der Aufstellung des mathematischen Apparates der Theorie angewendet werden, wirken auch philosophische Erwägungen auf die Formulierung der Prinzipien ein, die dann bei der Ausarbeitung der physikalischen Interpretation der Theorie genutzt werden.

Aber die Philosophie „arbeitet“ oft auch in weit konkreten Situationen, z.B. bei der Schaffung von Theorien, die Gesetzmäßigkeiten komplizierter Erscheinungen auf der Basis der Kenntnis grundlegender Naturgesetze beschreiben und vielfach sogar im empirischen Stadium der Forschung.

Gerade die dialektische Entwicklungskonzeption ermöglichte in Verbindung mit einer sorgfältigen Analyse des Tatsachenmaterials, den Gedanken von den nichtstationären Objekten im Weltall als gesetzmäßige Phasen der kosmischen Evolution zu formulieren. Bekanntlich widmete W. I. Lenin, als er die dialektisch-materialistische Entwicklungskonzeption charakterisierte, der Frage nach der Quelle der Entwicklung besondere Aufmerksamkeit. Er betonte, daß alle Erscheinungen in der Welt als Einheit (Identität) von Gegensätzen auftreten. Das „bedeutet Anerkennung (Aufdeckung) widersprechender, einander ausschließender, gegensätzlicher Tendenzen in allen Erscheinungen und Vorgängen der Natur...“¹⁰ Jede der Seiten eines einheitlichen Ganzen vermag sich in ihr Gegenteil zu verwandeln, die Gegensätze gehen ineinander über, die Wechselbeziehungen, der „Kampf“ der Gegensätze ist auch die Quelle der Entwicklung.

Wenn man das Problem der nichtstationären Objekte im Weltall ausgehend von der dialektischen Entwicklungskonzeption analysiert, gelangt man unschwer zu dem Schluß, daß die traditionelle Deutung dieser Objekte, wonach sie eine Mißbildung oder eine Abweichung vom normalen Wege der kosmischen Evolution darstellen, falsch ist. Gegenüber dieser langen Zeit vertretenen Ansicht wurde der neue Standpunkt begründet, dem zufolge die nichtstationären Objekte Wendepunkte in der Entwicklung kosmischer Körper und Systeme darstellen. Die quantitativen Veränderungen rufen qualitative hervor – kosmische Objekte

10 W. I. Lenin: Zur Frage der Dialektik. In: Werke, Bd. 38. Berlin 1964. S. 339.

gehen aus einem Zustand in einen anderen über oder es entstehen neue Objekte, wie sich später herausstellte.

Diese Situation ist keineswegs außergewöhnlich. Selbst in der Astronomie, ganz zu schweigen von den zahlreichen Fällen in anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen, können ohne Schwierigkeiten analoge Beispiele aufgeführt werden, bei denen die materialistische Dialektik die Methodologie und Logik der wissenschaftlichen Forschung zur Lösung konkreter Probleme von prinzipieller Bedeutung bestimmte.

Wird nun bei der Synthese einer neuen naturwissenschaftlichen Erkenntnis das gesamte System philosophischer Kategorien angewendet, oder werden nur einige vordergründig benutzt?

Untersucht man den Prozeß der Synthese einer beliebigen grundlegenden wissenschaftlichen Theorie, so kann man feststellen, daß solche Kategorien in den Vordergrund treten, die den in der betreffenden Theorie maßgebenden naturwissenschaftlichen Begriffen entsprechen. A. Einstein bediente sich z.B. bei der Ausarbeitung der Speziellen Relativitätstheorie in erster Linie der Kategorien Materie, Raum, Zeit und Bewegung. Bei der Schaffung der Quantenmechanik hatte die Anwendung anderer philosophischer Kategorien wie Kausalität, Notwendigkeit, Zufall, Möglichkeit und Wirklichkeit entscheidende Bedeutung. In der Kosmologie sind die Entwicklung und andere unmittelbar mit ihr im Zusammenhang stehende Kategorien besonders wichtig.

Es sei bemerkt, daß die philosophischen Vorstellungen im Prozeß der Synthese einer neuen Erkenntnis vielfach nicht in ihrer allgemeinphilosophischen, vom konkreten Inhalt abstrahierten Form gebraucht, sondern entsprechend den Besonderheiten der zu untersuchenden Objekte modifiziert werden. In der Astrophysik z.B. werden das Prinzip der Einheit der Welt und das Prinzip der Entwicklung, aus denen sich letzten Endes die unterschiedlichen Einstellungen zur Untersuchung des Weltalls ergeben, in zwei unterschiedlichen Formen angewendet. Eine Konkretisierung dieser Prinzipien ist die Auffassung, daß alle von der Astronomie untersuchten Objekte und Prozesse beschrieben werden können, wenn von einer begrenzten Zahl grundlegender physikalischer Theorien ausgegangen wird. Die Anhänger dieser Anschauungen meinen, daß die Erscheinungen in der Welt der Galaxien nichts qualitativ Neues im Vergleich zu den Erscheinungen in den Systemen kleineren Maßstabes darstellen: Sie werden von den gleichen physikalischen Gesetzen beherrscht.

Nach einer anderen Auffassung von der Einheit und der Entwicklung der Materie entsprechen jeder Stufe der materiellen Welt ihre eigenen Struktur- und Entwicklungsgesetze. Die grundlegenden Gesetze der Physik, sowohl die bereits bekannten, als auch jene, die die Physik noch entdecken wird, können im Prinzip nur einen begrenzten Anwendungsbereich haben. Die Einheit der Welt ist mit ihrer unendlichen Vielfalt sowohl hinsichtlich der Ebene der Erscheinungen als auch hinsichtlich der Ebene der Gesetze verbunden.

Die genannten Unterschiede bei der Konkretisierung der dialektisch-materialistischen Prinzipien der Einheit und Entwicklung der Materie führen zu Unter-

schieden in der Logik der Forschung, zur Auswahl verschiedener Fakten, die bei der Aufstellung der Theorien für wesentlich erachtet wurden, zu unterschiedlichen Wegen ihrer Analyse und Verallgemeinerung. Dadurch bildeten sich unterschiedliche Auffassungen zu vielen Problemen der Struktur und Evolution des Weltalls heraus.

Zusammenfassend läßt sich sagen: In der Naturwissenschaft gewinnen insgesamt sowohl experimentelle Angaben als auch theoretische Überlegungen verstärkt Gewicht, einschließlich spezieller Theorien, die sich auf den Gegenstand der betreffenden Wissenschaft beziehen. Das ist ganz natürlich, wenn man die ständig wachsende Kompliziertheit der Objekte und Prozesse berücksichtigt, mit denen es die modernen Naturwissenschaften zu tun haben.

Die verschiedenen Standpunkte zur unmittelbaren Einflußnahme der materialistischen Dialektik auf die moderne Naturwissenschaft erklären sich hauptsächlich daraus, daß diese Frage noch ungenügend geklärt ist. Untersuchungen, in denen der konkrete Mechanismus der Einwirkung von Kategorien, Prinzipien und Ideen der materialistischen Dialektik auf die Logik der wissenschaftlichen Forschung in den verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen verfolgt wird, gibt es bislang noch wenig.

In den letzten Jahren deutete sich eine Tendenz an, die These zu revidieren, daß die Theorie letzten Endes die Verallgemeinerung der empirischen Angaben ist.

Einige Autoren meinten, der Prozeß der Aufstellung einer Theorie sei nicht rein induktiv, sondern bedeutend komplizierter. Davon ausgehend hielten sie die Auffassung, die Theorie entstehe aus der Verallgemeinerung empirischer Daten, für „veraltet“. Ein anderer Standpunkt besagt, obwohl dieser Prozeß außerordentlich kompliziert sei, müsse man ihn gerade als $\geq^o f \rightarrow^+ \phi \vee^o f \rightarrow^+ \neg \phi$ der empirischen Ergebnisse ansehen. Man dürfe nur nicht den Begriff der Verallgemeinerung zu einseitig fassen, ihn etwa nur auf die Induktion reduzieren. Den letzten Standpunkt halten wir für richtig.

Natürlich läßt sich in den meisten Fällen die Logik der Aufstellung einer Theorie nicht nur auf die Richtung: Experiment → Theorie festlegen. Sie schließt unbedingt den Vergleich und die allseitige Analyse der empirischen Daten, die Aufstellung und Auswahl verschiedener hypothetischer Erklärungsvarianten dieser Daten und ihren Vergleich mit dem Experiment sowie untereinander ein. Das ist nicht allein durch die Ausnutzung rein induktiver Verfahren möglich. Deduktive und induktive Verfahren können dabei verschiedenartig miteinander verflochten sein. Das Experiment gibt den Anstoß zur Aufstellung einer Theorie, aber sie entsteht im Bereich des theoretischen Wissens. Wenn es eine besondere Theorie gibt, die für die Erklärung der empirischen Daten ausreicht, fußt sie auf Elementen bereits bestehender theoretischer Vorstellungen. Zeigt die Analyse, daß die bestehenden Vorstellungen ungenügend sind und mit den Tatsachen in Konflikt kommen, werden im Rahmen des theoretischen Wissens erweiterte, und nötigenfalls auch prinzipiell neue Vorstellungen erarbeitet. Das Auftreten beider Möglichkeiten wird von den empirischen Angaben stimuliert. Erarbeitet werden

sie in der Weise, daß sie eine Deutung und Erklärung für diese empirischen Daten geben und dieselben in das Wissenssystem einschließen können. Deshalb trifft nach unserer Meinung die Auffassung, daß die Theorien und theoretischen Vorstellungen eine Verallgemeinerung des Faktenmaterials sind (wir betonen nochmals, letzten Endes) den Kern des Problems. Man darf nur nicht übersehen, daß die Formen der Verallgemeinerung sehr unterschiedlich sein können.

In manchen Fällen können theoretische Auffassungen als mehr oder weniger direkte Erklärung der empirischen Daten entwickelt werden. So wurden z.B. moderne Auffassungen von der Entstehung der Sterne und Sternensysteme geschaffen. Die Beobachtungen führten zu dem Schluß, daß die Sterne gemeinsam, als Gruppen, entstehen. Diese Gruppen sind zunächst verhältnismäßig kompakt, aber viele von ihnen sind nicht stabil und zerstreuen sich allmählich. Natürlich mußte vor allem überprüft werden, inwieweit sich diese Tatsachen durch die klassischen Vorstellungen über die Sternbildung aus verstreuter diffuser Substanz erklären ließen. Es zeigte sich, daß selbst bei allergrößter Toleranz die klassischen Vorstellungen auf unüberwindliche Schwierigkeiten stießen. Ein Sternsystem, das durch Kondensation von verdünntem Gas entstand, müßte relativ stabil sein, was den Beobachtungsergebnissen widerspricht. Daraus ergab sich die Notwendigkeit prinzipiell neuer Erklärungen. Es wurde als Alternative eine andere Hypothese formuliert. Sie besagt, daß die Sterngruppierungen aus Bruchstücken dichter oder superdichter explodierter Protosterne herrühren. Der Vergleich dieser Hypothesen mit den Tatsachen und miteinander hat gezeigt, daß es empirische Angaben gibt, die mit der ersten Hypothese unvereinbar sind, dagegen dem Standpunkt der zweiten völlig entsprechen. Dadurch wurden weitere Argumente gewonnen, die dazu zwangen, klassische Vorstellungen zu verwerfen. Allerdings gibt es vorläufig noch keine detailliert ausgearbeitete und allseitig begründete Theorie, die von „unorthodoxen“ Ideen ausgeht¹¹.

In anderen Fällen wurden neue theoretische Auffassungen aus der inneren Logik der Entwicklung der Theorie geschlossen. Das ist möglich, wenn die Theorie, die die Gesetzmäßigkeiten eines Gebietes der Naturscheinungen erfaßt, bereits ausgearbeitet ist. Eine große Zahl solcher Auffassungen wurden z.B. als Schlußfolgerungen aus der Quantenmechanik formuliert. Sie alle wurden später experimentell bestätigt. Aber heißt dies nun, daß sich jetzt neben der Aufstellung der Theorie aufgrund der Verallgemeinerung empirischer Daten ein anderer, entgegengesetzter Weg bietet, der dem ersten völlig gleichzustellen ist? Als Antwort sei nur darauf hingewiesen, daß die Quantenmechanik seinerzeit selbst als Verallgemeinerung experimenteller Daten entstand. In dieser Hinsicht stellt die Theorie wie auch das gesamte System nicht mehr dar, als einfach die verkürzte Aufzeichnung der Fakten. Es ist daher nicht verwunderlich, daß sie fähig ist, den Kreis der Erscheinungen zu überschreiten, deren Verallgemeinerung als Anlaß für ihre Aufstellung diente. Jedoch die Möglichkeit einer relativ selbstdändigen Entwicklung der Theorie ist nur ein Kettenglied im Prozeß der Ent-

11 Vgl.: V. A. Ambarcumjan: Naučnyje trudy (v dvuch tomach), Erevan 1960.

wicklung des theoretischen Wissens, der – bei all seinen Zickzack-Bewegungen – nach wie vor ein Prozeß der Verallgemeinerung empirischer Fakten ist.

3. Zur logischen Entwicklung der modernen Naturwissenschaften

Das Problem der logischen Entwicklung der modernen Naturwissenschaften ist außerordentlich vielschichtig. Wir wollen hier nur auf zwei Fragen eingehen:

1. Führt die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse zur adäquateren Widerspiegelung der objektiven Realität?

2. Kann man aus der Analyse der Logik der Entwicklung der modernen Naturwissenschaft den Schluß ziehen, daß wir uns auf dem Weg zu einem allumfassenden und in den allgemeinen Zügen abgeschlossenen Weltbild befinden?

Die Positivisten bestreiten die Tendenz zu einer immer größeren Objektivität der naturwissenschaftlichen Erkenntnis. Sie meinen, jede beliebige Theorie sei nur ein kurzes „Stenogramm“ von empirischen Daten. Heute sei uns allein eine Summe von empirischen Daten bekannt und wir stellen, davon ausgehend, eine Theorie auf. Morgen kommen neue Daten zum Vorschein und unsere Theorien müssen entsprechend geändert werden. Die Frage, ob diese neuen Theorien der objektiven Realität näher als die davor existierenden sind, habe keine Bedeutung. Die modernen naturwissenschaftlichen Theorien sind nach Meinung der Positivisten soweit begründet, wie seinerzeit die Lehre des *Aristoteles* begründet schien. Einige bürgerliche Naturwissenschaftler und Philosophen äußern noch extremere Ansichten, wonach mit der Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse darin immer mehr das Element der Subjektivität wächst. Danach ergäbe sich, daß der Fortschritt der Naturwissenschaften die Natur und den Forscher immer mehr trennt.

Der wirkliche Entwicklungsgang der Naturwissenschaft widerlegt solche Ansichten vollkommen. Er gibt neue Bestätigungen für die von *W. I. Lenin* formulierten Thesen vom Wechselverhältnis der objektiven, relativen und absoluten Wahrheit. Von der Tatsache, daß unser Wissen von der Natur nicht in sich abgekapselt ist, sondern mit einem bestimmten, und zwar immer höheren Genauigkeitsgrad die realen Besonderheiten der Natur widerspiegelt, zeugen einleuchtend sehr wichtige Entdeckungen der modernen Naturwissenschaft, die unerwartet und widersprüchlich waren. Für die gleiche Tatsache spricht im wesentlichen die Unanschaulichkeit vieler dieser Entdeckungen. Die Anschaulichkeit ist ja mit den Besonderheiten und Bedingungen der Erkenntnis der Welt durch den Menschen verknüpft. Aber die zu untersuchenden Erscheinungen selbst existieren unabhängig von unserem Bewußtsein. Sie müssen deshalb nicht so verlaufen, daß sie für unsere menschlichen Begriffe anschaulich sind. Diese Überlegungen beziehen sich nicht nur auf die einzelnen Naturerscheinungen, sondern auch auf die sie charakterisierenden, immer tiefergehenden Gesetzmäßigkeiten, die von den verschiedensten Naturwissenschaften auf der empirischen und der theoretischen Wissensebene formuliert werden. Diese Gesetzmäßigkeiten

mäßigkeiten erwiesen sich oft als ungewöhnlich. Das zeigt, mit welcher Beharrlichkeit die Natur uns zwingen kann, uns gewohnte Vorstellungen zu verwerfen die sich als zu grobe Annäherung an die objektive Realität erweisen, wie sie uns zwingt, neue ihre adäquateren zu entwickeln.

Bei der Erörterung der Perspektiven des Aufbaus eines einheitlichen naturwissenschaftlichen Weltbildes stehen sich zwei Standpunkte gegenüber.

Der eine geht von der real existierenden Tendenz zu einer immer größeren Einheit der naturwissenschaftlichen Erkenntnis aus. Daher wird angenommen, daß auf der Basis grundlegender Gesetze der modernen Physik ein abgeschlossenes Weltbild (natürlich nur in einigen Grundzügen) aufstellbar ist. Darin könne sich die Gesamtheit der Naturerscheinungen, der physikalischen, astrophysikalischen, chemischen, biologischen usw. – sowohl der bereits bekannten wie auch der noch nicht entdeckten – auf diese Gesetze zurückführen lassen. Eine Modifizierung des genannten Standpunktes besteht in der Auffassung, die Einheit des naturwissenschaftlichen Weltbildes sei im Rahmen bereits bekannter Theorien unerreichbar, aber in verhältnismäßig naher Zukunft, nach der Aufstellung einer „einheitlichen physikalischen Theorie“, die die Gravitations-, Quanten- und relativistischen Erscheinungen umfaßt, zu erreichen.

Obwohl die Idee, daß die unendliche Zahl der Naturerscheinungen mit einer begrenzten Anzahl grundlegender Gesetze und Theorien begriffen wird, im Prinzip nicht ausgeschlossen werden kann, ist sie, wie die Entwicklung der modernen Naturwissenschaft bezeugt, nicht ausreichend. Die Naturgesetze erweisen sich ebenfalls als unendlich, vielgestaltig. Welche allgemeinen und „endgültigen“ Gesetze, die die grundlegenden Eigenschaften der Materie erfassen, wir auch aufgestellt haben: sie werden wohl nur ein begrenztes Anwendungsgebiet haben. Folglich stellt jedes einheitliche naturwissenschaftliche Weltbild eine relativ abgeschlossene Synthese des Wissens dar und entsprechend der weiteren Erforschung der Natur wird es durch neue, aber immer nur relativ abgeschlossene „einheitliche Weltbilder“ von immer größerer Allgemeinheit und Genauigkeit abgelöst. Zu diesem Schluß führt nach unserer Ansicht die konsequente Auffassung des Prinzips von der Unerschöpflichkeit der Materie.

Wir haben nur einige Fragen behandelt, die mit der Anwendung der materialistischen Dialektik auf die Naturwissenschaften zusammenhängen. Aber schon aus dem Gesagten wird offensichtlich, wie groß ihre Rolle als Methodologie und Logik der Entwicklung der modernen Naturwissenschaft ist. Das widerlegt vollständig die Behauptung, daß die materialistische Dialektik veraltet ist. Wenn man sie nicht als ein Dogma oder Universalrezept für alle Situationen des Lebens auffaßt, dann ist sie eine bestimmte Denkweise, die zu interessanten und wertvollen Ergebnissen, insbesondere bei der Erforschung der Natur, führen kann und auch führt. Das ist möglich, weil sich die materialistische Dialektik durch Verallgemeinerung der gesamten menschlichen Praxis und Erkenntnis entwickelt und bereichert. Die weitere Entwicklung der materialistischen Dialektik auf der Basis der Errungenschaften der modernen Naturwissenschaft ist eine aktuelle und wichtige Aufgabe.

Ludovico Geymonat (Mailand)

Neopositivistische Methodologie und dialektischer Materialismus

Aus: *Critica Marxista*, Heft 6, Rom 1972, S. 24–40. Der Aufsatz wurde im einleitenden Teil durch die Redaktion des *Marxismus Digest* geringfügig gekürzt.

Der kritische Anspruch Machs

Trotz des schlechten Gebrauchs, den die Energetiker davon machten, enthielten die Lehren *Machs* einige unbestreitbar positive Aspekte.

Während Comte angenommen hatte, daß der einfache Übergang vom metaphysischen ins wissenschaftliche Stadium in der Vergangenheit – wie es auch für die Zukunft gelten sollte – für jede Disziplin (von der Mathematik bis zur Soziologie) die definitive Aufgabe aller falschen Probleme aus der Metaphysik mit sich brachte, beobachtete *Mach*, daß in Wirklichkeit die Situation sehr viel komplexer war. Nicht selten bergen eben die für eindeutig positiv gehaltenen Disziplinen gerade wie die Newtonsche Mechanik etliche Dunkelheiten in sich, die für den Fortschritt des Wissens sehr hemmend sind. Der Wissenschaftler, der nicht Opfer dieser Unklarheiten bleiben will, muß folglich sorgfältig die Grundlagen und die Methoden der einzelnen Wissenschaften überprüfen, mit der Absicht, sie von jeglichen dogmatischen Auffassungen zu befreien. Dann und nur dann könnte er sie mit wirklicher Effizienz nutzen.

Zweifellos war es gerade diese Notwendigkeit eines neuen methodologischen Bewußtseins, die den Untergang des alten Mechanismus und die Geburt der Theorien begünstigte, die die Physik unseres Jahrhunderts charakterisieren (Relativitätstheorie und Quantenmechanik). Ohne zu leugnen, daß diese Notwendigkeit auch der phänomenologischen Physik und in der Energetik bewußt war, ist jedoch festzustellen, daß diese Notwendigkeit nicht mit diesen beiden wissenschaftlichen Strömungen zusammengeworfen werden darf. Während der Einfluß der phänomenologischen Physik und der Energetik wenige Jahrzehnte andauerte (in deren Verlauf die wissenschaftliche wie die philosophische Glaubwürdigkeit erschüttert wurden), verschwand die Notwendigkeit, die Begriffe, Grundsätze und Methoden der Physik zu überprüfen, nicht nur nicht, sondern wuchs und differenzierte sich im Laufe der Jahre, um geradezu zu einem wesentlichen Bestandteil der heutigen Wissenschaft zu werden. Wie Enrico Persico schrieb: „Die kritische Analyse der Fundamente der Wissenschaft hat definitiv Eingang in die wissenschaftliche Methode gefunden, so wie die Erfahrung in der Epoche Galileis“.

Auch die kritische Notwendigkeit, von der wir reden, förderte – wie es schon die phänomenologische Physik getan hatte – eine genaue Prüfung der Struktur und der Funktion der Modelle, aber nicht, um sie letztlich alle aus der Physik zu

eliminieren, sondern um zu betonen, daß sie mit besonderer Vorsicht formuliert und gebraucht werden müssen, ohne auf irgendeine Weise verabsolutiert zu werden. Diese Besinnung auf die fast skrupulös zu nennende Vorsicht erwies sich besonders nützlich, als um die Wende zwischen dem 19. und 20. Jahrhundert die experimentellen Entdeckungen zeigten, daß das Atom nicht als ein Stück Materie aufgefaßt werden kann, völlig solide und unteilbar, wie die Mechanizisten gedacht hatten. Es sei betont, daß diese Entdeckungen durchaus keine Bestätigung der phänomenologischen Physik darstellten. Sie bewiesen in der Tat nicht die Unbrauchbarkeit des Atommodells, sondern die Notwendigkeit, das mechanistische Atommodell durch neue, viel komplexere und differenziertere Modelle zu ersetzen. Die Forderung nach äußerster Vorsicht bei der Ausarbeitung der Modelle wurde noch aktueller, als man bemerkte, daß man die für die Welt der Makrophysik gültig gehaltenen Gesetze nicht auf die Welt der Mikrophysik übertragen kann. Dann fällt freilich der Anspruch, wonach die Modelle sich als „evident“ erweisen müßten, insoweit man begreift, daß die Evidenz ein vager und fragwürdiger Begriff ist, abgeleitet von der Identifikation des gesamten Wissens mit dem besonderen Typ des in der täglichen Erfahrung erwerbbaren Wissens.

Es wäre ungenau, *Mach* allein das Verdienst zuzuschreiben, unter den Physikern seiner Generation den Sinn für begriffliche Strenge wiedererweckt zu haben. Diese Forderung war in Wirklichkeit bereits ein natürliches Produkt der Entwicklung in der Physik und sie verbreitete sich aus diesem Grund schnell. Anzuerkennen ist jedoch, daß es vor allem seine Schriften waren, die die Notwendigkeit einer kritischen Analyse der Grundlagen der Wissenschaft darlegten.

Gerade dieser Zusammenhang zwischen dem Namen *Mach* und der neuen methodologischen Problemstellung hat in ebendieser zu mancher Konfusion geführt, besonders in den Kreisen der marxistischen Wissenschaftler, von denen viele meinten, sie bekämpfen zu müssen, um den richtigen Kampf Lenins gegen die phänomenologische Physik und die Energetik fortzusetzen. Anstatt zur Kenntnis zu nehmen, daß eine analoge Haltung von Engels und Lenin in ihren wiederholten Polemiken gegen die Verabsolutierung der wissenschaftlichen Theorien energisch vertreten worden war, gelangten einige marxistische Wissenschaftler allmählich dahin, die Physik des 19. Jahrhunderts gegen die Relativitätstheorie und die Quantenmechanik zu verteidigen, die „schuldig“ waren, in sich den von *Mach* vorgetragenen kritischen Anspruch aufgenommen zu haben. Andere vertraten vorsichtiger die Auffassung, die neue Physik könne wegen ihrer unzweifelhaften Fähigkeit, die neu entdeckten Naturphänomene zu interpretieren, auch von den Materialisten akzeptiert werden – aber nur wenn man hinzufüge, daß sie ohne jede Konsequenz auf philosophischem Gebiet war. So gelangte man dazu, eine Trennung zwischen Wissenschaft und Philosophie theoretisch zu vertreten, was in offenem Gegensatz zu den Lehren von Marx, Engels und Lenin stand.

Es handelt sich um eine Anzahl von Mißverständnissen, von denen sich der dialektische Materialismus bereits seit einigen Jahren befreit hat. Man muß sie

sich aber vor Augen halten, wenn man vollständig die Bedeutung der heutigen Wiedergeburt eines solchen Materialismus im Rahmen der Studien über wissenschaftliche Methodologie verstehen will.

Die neopositivistische Interpretation des neuen kritischen Anspruchs der Wissenschaft

Bekanntlich hat der Neopositivismus sich öfters zu *der Philosophie* der neuen Physik ernannt und wurde darin explizit oder implizit von etlichen Wissenschaftlern unseres Jahrhunderts akzeptiert. Wir können nicht sagen, diese Selbsterneuerung sei ausschließlich von dem Wunsch diktiert worden, Konfusion zu schaffen. In Wirklichkeit leitet sie sich aus einigen Tendenzen her, die effektiv in dem kritischen Anspruch enthalten sind, von dem wir im vorgehenden Abschnitt sprachen. Es wird folglich sinnvoll sein, diesen Anspruch von einem allgemeinen Gesichtspunkt aus zu überprüfen.

Der Positivismus des 19. Jahrhunderts stellte gewöhnlich die wissenschaftliche Arbeit als eine schrittweise Entdeckung von Gesetzen dar, von denen jedes eine absolute Gültigkeit habe, insoweit es auf streng kontrollierten Beobachtungen beruhe. Die Theorien hätten dann keine andere Aufgabe, als eine mehr oder weniger große Zahl solcher Gesetze zu systematisieren, sie untereinander mittels Prinzipien zu verbinden, die ihren Inhalt verallgemeinern. Die moderne methodologische Reflexion hat diese Interpretation energisch bestritten und ihr einige Thesen entgegengestellt, deren wichtigste wir hier wiedergeben.

1. Alle wissenschaftlichen Gesetze besitzen einen im wesentlichen hypothetischen Charakter, da keine faktische Beobachtung eine absolute Garantie für die (universale) Behauptung liefern kann, die in den Formulierungen enthalten ist.

2. Die Theorien haben eine viel bedeutendere Funktion, als nur schon experimentell gezeigte Gesetze zu verbinden; es trifft zu, daß die Bedeutung eines jeden Gesetzes streng genommen von der es umschließenden Theorie abhängt, so daß es nur erlaubt ist, den (immer relativen) Wert ebendieser zu diskutieren und nicht den Wert eines einzelnen Gesetzes isoliert zu betrachten.

3. Die grundlegenden Bestandteile einer Theorie sind ihre innere Logik – abhängig von der zu ihrem Ausdruck verwendeten Sprache –, die dem Komplex aller ihrer Termini und aller ihrer Sätze eine strukturelle Kompaktheit liefert, sowie die Verknüpfungsregeln, die unmittelbar einige Termini der Theorie selbst mit den Beobachtungsdaten verbinden, während die restlichen nur indirekt durch ihren Zusammenhang mit den Termini des ersten Typs verbunden werden.

Aus diesen Schlußfolgerungen wird klar, daß man heute ein viel größeres Gewicht als früher auf den formalen Aspekt der wissenschaftlichen Theorien legt, auf die Veränderungen, denen sie unterliegen, wenn sie von einem Bereich auf einen anderen verallgemeinert werden, auf die Zusammenhänge zwischen den Theorien und ihren Anwendungsfeldern (eine Theorie kann weiter für ein Gebiet gültig bleiben, während sie es nicht mehr für andere ist), usw. Besondere Bedeu-

tung wird gewöhnlich in diesem Rahmen auch den Modellen zugemessen, denen nicht mehr die Funktion, die „wahre Natur“ der untersuchten Prozesse zu erklären zuerkannt wird, sondern die wesentlich präzisere Funktion, strenge formale Beziehungen zwischen der theoretischen Verarbeitung eines neuen Phänomens und der anderer schon bekannter herzustellen. Es ist eine Interpretation, die zweifellos mit die Bedeutung des menschlichen Faktors in der wissenschaftlichen Forschung deutlich macht. Sie betont die wesentliche Funktion, die bei dieser Forschung sowohl der exakten Formulierung der logischen Regeln zu kommt, die wir an den Grund der von ihr benutzten Sprache zugrundelegen bzw. mit denen wir die Beziehungen zwischen einigen theoretischen Begriffen und gewissen genau bestimmten Beobachtungsdaten festsetzen, als auch den Vorgehensweisen, die wir zur Verifizierung einer Theorie verwenden und zur Bestimmung des Geltungsbereichs dieser Verifizierung, usw. Aber es ist eine Sache, offen die Bedeutung dieses menschlichen Faktors anzuerkennen und eine andere (völlig davon verschiedene) den Standpunkt zu vertreten, die wissenschaftliche Forschung erschöpfe sich ganz im Rahmen der subjektiven Aktivität, d.h. sie reduziere sich auf eine bloße logisch-linguistische Verarbeitung der Daten, die das Subjekt wahrnimmt (ohne den geringsten Bezug auf etwas anderes als dieses Subjekt selbst).

Zur letzteren These neigen die heutigen Phänomenalisten (die gewöhnlich unter der etwas allgemeinen Rubrik „Neopositivisten“ zusammengefaßt werden), die meinen, gute Gründe dafür zu haben, die Ergebnisse der soeben umrissenen methodologischen Reflexion mit einigen philosophischen Konzeptionen zu ergänzen, die sie – wie schon *Mach*, aber in raffinierterer Form – der empiristischen Tradition entnehmen. Wir glauben, daß hier nicht der Ort ist, uns mit einer Diskussion der Stichhaltigkeit dieser Gründe aufzuhalten. Wichtig ist es von unserem gegenwärtigen Gesichtspunkt aus, davon Kenntnis zu nehmen, daß die fraglichen Ergänzungen zwar eine wesentliche Übereinstimmung mit den Resultaten der modernen wissenschaftlichen Methodologie erzielen wollen, aber nicht beanspruchen können, sich mit ihr zu identifizieren, insoweit sie etwas vertreten, was über die von dieser Methodologie erzielten Schlußfolgerungen hinausgeht.

An diesem Punkt kann man uns jedoch entgegnen, daß die eben angesprochene Unterscheidung nicht immer so einfach und klar zu treffen ist, wie wir den Eindruck erweckt haben. Es gibt in der Tat einige Thesen der Physik unseres Jahrhunderts, deren Inhalt auf den ersten Blick untrennbar von der phänomenalistischen Interpretation eben dieser Thesen scheint. Als Beispiel wählen wir die folgenreichste von ihnen, bezüglich der durch die Quantenmechanik in der Kategorie der Kausalität hervorgerufenen Veränderungen.

Unbestreitbar ist, daß der physikalische Mechanismus – besonders in seiner Formulierung durch *Laplace* – annahm, die Wissenschaft – oder wenigstens eine Wissenschaft im vollen Besitz der entwickeltesten mathematischen Instrumente – sei in der Lage, den Ablauf der Naturphänomene zu determinieren, sobald zu irgendeinem Zeitpunkt (beispielsweise dem gegenwärtigen) ihre exakte Kenntnis gegeben sei. Da *Laplace* keinerlei Zweifel am realistischen Charakter der wissen-

schaftlichen Erkenntnis hatte, trug die genannte Annahme das Postulat in sich, es müsse in der Realität selbst eine effektiver Zusammenhang zwischen ihren verschiedenen Zuständen bestehen, der in der Lage sei, alle ihre Entwicklungen zu determinieren.

Nun ist bekannt, daß die Quantenmechanik mit sehr ernsthaften Argumenten die Laplacesche These zurückgewiesen hat. Sie ersetzte den behaupteten deterministischen durch einen differenzierteren Zusammenhang mit Wahrscheinlichkeitscharakter. Daß dies einer Leugnung der Existenz einer „physikalischen Notwendigkeit“ zwischen den Zuständen der Realität gleichkommt, ist offenbar. Andererseits hatte auch *Hume* diese „Notwendigkeit“ geleugnet. Er vertrat die Meinung, wir könnten zwar die Aufeinanderfolge von Ursache und Wirkung beobachten, nie aber die „Notwendigkeit“ dieser Folge. Es ist daher nichts natürlicher, als die beiden Kritiken – einerseits von *Hume*, andererseits von Seiten der modernen Physik – am physikalischen Determinismus gleichzusetzen.

Gerade auf Grundlage dieser Gleichsetzung konnten die Neopositivisten behaupten, die eigene phänomenalistische Konzeption sei nicht nur eine Ergänzung, sondern ein *wesentliches* Moment der neuen physikalischen Methodologie.

Um nicht in schwere Mißverständnisse zu verfallen, genügt es jedoch, über die Tatsache nachzudenken, daß in der Laplaceschen These in Wirklichkeit zwei Behauptungen enthalten waren:

1. Die ursächliche Beziehung, von der die Physik spricht, sei strikt deterministisch.

2. Ihr entspräche eine analoge, effektiv existierende Beziehung zwischen den Zuständen der Realität.

Bekanntlich genügt es zur Negierung einer Konjunktion von zwei Behauptungen, eine davon zu negieren. Freilich, die Quantenmechanik negiert das erste, ohne sich über das zweite zu äußern, während die phänomenalistische Philosophie Humescher Prägung das zweite negiert, ohne sich über das erste zu äußern. Wenn die Schlußfolgerung, zu der sie gelangen, identisch ist (Ablehnung der Laplaceschen These), sind die Wege, auf denen sie dahin gelangten, gänzlich verschieden, so daß der Anspruch sie gleichzusetzen, offensichtlich unbegründet ist. Die Neopositivisten stützen jedoch ihren Versuch, den subjektivistischen Phänomenalismus als untrennbar mit der Quantenphysik verbunden darzustellen, gewöhnlich durch zwei weitere Überlegungen:

a) während der deterministische Zusammenhang per definitionem etwas vom Subjekt unabhängiges ist, hat dagegen der Wahrscheinlichkeitszusammenhang (den die Quantenmechanik an Stelle des deterministischen setzt) einen völlig subjektivistischen Charakter, wo schon das Sprechen von ihm eine unauslöschliche Beziehung zu dem Sprechenden herstellen würde;

b) die Urheber der Quantenmechanik entdeckten das für diese Theorie grundlegende Prinzip der Indetermination, wobei sie eben von einer subtilen Analyse der Operationen ausgingen, die das Subjekt (d.h. der Experimentator) ausführen müßte, um – wie von *Laplace* vorgeschrieben – Augenblick für Augenblick den Ablauf der beobachteten Erscheinungen zu determinieren (bzw. die Bewegung

der Teilchen, aus denen nach dem Laplaceschen Mechanismus die Materie besteht).

Wir glauben, uns ziemlich leicht davon überzeugen zu können, daß auch diese beiden letztgenannten Überlegungen streng genommen inkzeptabel sind.

Hinsichtlich der ersten dürfte es genügen, folgendes zu beachten: auch einmal angenommen (aber nicht zugegeben), die subjektivistischen Interpretation der Wahrscheinlichkeit sei heute die angesehenste unter den reinen Wahrscheinlichkeitstheoretikern, ist freilich sicher, daß sie nicht die einzige mögliche darstellt und daß auch die Wahrscheinlichkeit, von der die Quantenmechanik spricht, nicht mit der, von der die Subjektivisten reden, zu verwechseln ist. Sie ist eher ein Mittelding zwischen der „logischen“ Wahrscheinlichkeit, von der *Laplace* sprach und jener, auf die sich die Frequentisten beziehen (etwa von *Mises* und *Reichenbach*).

Hinsichtlich der zweiten Überlegung dürfte es genügen hervorzuheben, daß – wenn unbezweifelbar *Heisenberg* und *Bohr* anfänglich auf eine Analyse operativistischen Charakters zurückgreifen, um das für die Quantentheorie grundlegende Prinzip der Indetermination plausibel zu machen – es jedoch wahr ist, daß (nach dem Urteil der jüngeren Methodologen) eine solche Analyse in der Tat nicht die authentische Grundlage dieses Prinzips darstellt. Seine Gültigkeit ist in der Tat an die *globale* Gültigkeit der Quantenmechanik gebunden (für die das Prinzip der Indetermination einer der Hauptpunkte ist). Daher wird man es zugeben müssen, wenn man nicht glaubt, diese Mechanik als ganzes ersetzen zu müssen.

Wir wiederholen, daß unsere Antworten keineswegs eine Widerlegung der neopositivistischen Philosophie darstellen wollen. Ihr Zweck ist ein anderer, nämlich einfach der, vor der Identifikation dieser Philosophie mit der modernen wissenschaftlichen Methodologie zu warnen.

Der dialektische Materialismus und der neue kritische Anspruch der Wissenschaft

Offenkundig ist, daß der dialektische Materialist nicht die phänomenalistische Ergänzung der modernen wissenschaftlichen Methodologie akzeptieren kann, da die Unvereinbarkeit zwischen den philosophischen Prinzipien des Phänomenalismus und denen des materialistischen Realismus klar ist. Das bedeutet jedoch nicht, daß er den von dieser Methodologie vorgetragenen kritischen Anspruch ablehnen oder mit Mißtrauen auf die wissenschaftlichen Theorien schauen müßte, die von ihr vertreten werden.

Letztlich steht dieser kritische Anspruch – sobald er von dem philosophischen Gewand befreit wird, in das ihn die Neopositivisten kleideten – nicht nur nicht im Gegensatz zu den allgemeinen Leitlinien des dialektischen Materialismus, sondern kann sich, wie schon gesagt, als natürliche Weiterentwicklung der von *Engels* und *Lenin* ausgetragenen Polemik gegen alle Versuche betrachten, die wissenschaftliche Erkenntnis zu verabsolutieren. Eine einfache Reflexion könnte

uns in der Tat zeigen, daß dieser Anspruch einer solchen Polemik besonders wirksame begriffliche Instrumente liefert, gerade weil sie nicht aus allgemeinen Überlegungen über den Erkenntnisprozeß hervorgehen, sondern aus einer konkreten Analyse der subtilsten Vorgänge, die effektiv in der Wissenschaft unserer Epoche im Gang sind.

Man könnte einwenden, daß die Anwendung des genannten kritischen Anspruchs von marxistischer Seite dadurch erschwert wird, daß er – seit den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts – in einem kulturellen Klima entstand und sich verbreitete, das unbestreitbar von den Ideen *Machs* beeinflußt war.

Wir wollen sicher nicht diesen Sachverhalt leugnen. Wir erinnern vielmehr daran, daß wir schon auf ihn hingewiesen haben, als wir (am Ende des zweiten Abschnitts) von dem Mißtrauen sprachen, das anfänglich einige dialektische Materialisten gegenüber der neuen Methodologie und den von ihr angeregten Theorien zeigten (Relativitätstheorie und Quantenmechanik). Aber es ist nicht das erste Mal in der Geschichte der Wissenschaft, daß man ein grundlegendes Ergebnis ausgehend von äußerst fragwürdigen philosophischen Konzeptionen erzielte. Man denke etwa an das Gesetz der Schwerkraft, zu dem *Newton* vom Platonismus seiner Lehrer angeregt wurde, oder an das Prinzip der kleinsten Aktion, das *Maupertuis* glaubte in eine allgemeine theologische Konzeption des Universums einordnen zu können (und das gerade deshalb die scharfe Ironie *Voltaires* gegen ihn hervorrief). Sooft sich derartige Vorgänge ereigneten, war die erste Reaktion auf die neuen Ergebnisse sehr vorsichtig und voller Mißtrauen. Dieses verschwand aber, sobald man bemerkte, daß der Zusammenhang zwischen den fraglichen Ergebnissen und den philosophischen Konzeptionen, die sie angeregt hatten, in Wirklichkeit völlig äußerlich war, um nicht zu sagen zufällig. Wir haben also keinen Grund, uns zu wundern, wenn etwas ähnliches sich auch in unserem Jahrhundert wiederholt hinsichtlich des kritischen Anspruchs, der ursprünglich in der kulturellen Umgebung der „*Machisten*“ entstand, aber dann sich im Besitz einer gänzlich autonomen Gültigkeit erwies.

Zur Bestätigung dieser Autonomie kann es aufschlußreich sein, sich zu vergegenwärtigen, daß die von dem fraglichen kritischen Anspruch veranlaßten Forschungen heute gewöhnlich fast außerhalb jedes vorgefaßten philosophischen Rahmens ausgeführt werden. Und jedermann kann feststellen, daß sie sich wesentlich schneller entwickeln, seit die auf sie von den Neopositivisten überkommene Hypothek gefallen ist. Dies ist bereits seit längerem für die mathematische Logik der Fall; gegenwärtig trifft es für die Studien über die Struktur der Theorien, für die Forschungen über allgemeine Sprachwissenschaft und für die induktive Logik selbst zu (obwohl der entscheidende Beitrag zu ihrer Wiederaufnahme in modernem Sinn gerade von einem der größten Neopositivisten geleistet wurde, nämlich von *Rudolf Carnap*).

Man könnte meinen, die eben angesprochene Technisierung der mathematischen Logik, der induktiven Logik usw. habe wohl diese Disziplinen von der anfänglich auf ihnen lastenden Hypothek der kulturellen Umgebung, in der sie

entstanden, befreit, sie jedoch gleichzeitig jeder philosophischen Relevanz entleert.

Um sich zu überzeugen, daß es in Wirklichkeit nicht so steht, genügt es, an den immer größeren Beitrag zu denken, den gerade die fraglichen Disziplinen zur Entdogmatisierung des Begriffs der Erkenntnis leisten und damit zur Aufgabe der metaphysischen Interpretation derselben. Wenn wir heute viel mehr als in der Vergangenheit gefeit sind gegen die stillschweigende Einmischung von gefährlichen Appellen an die Intuition und die Evidenz in Erkenntnisprozessen, wenn wir klar erfaßt haben, daß diese Appelle solche Prozesse nicht weiterbringen, sondern sie blockieren und damit den ersten Schritt auf dem Weg zum Irrationalismus darstellen, so kommt das Verdienst für die neue Situation zu einem großen Teil der außerordentlichen Verstärkung und Verfeinerung jener Techniken zu, die angewandt werden, um alle Komponenten der erkenntnistheoretischen Forschung abzugrenzen und zu präzisieren.

Eine Weigerung, die Grundlagen der verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen zu analysieren bzw. diese Analyse mit den gegebenenfalls von der jüngsten methodologischen Forschung entwickelten Instrumenten auszuführen, würde bedeuten, auf die Aneignung dessen zu verzichten, was hauptsächlich die wissenschaftliche Kultur unseres Jahrhunderts von der des vorigen unterscheidet. Während es gut begreiflich ist, daß der Metaphysiker mit Mißtrauen diese Wende betrachtet, weil sie einige Prinzipien seiner philosophischen Konzeption ins Wanken bringt (etwa das Prinzip der „Nicht-Geschichtlichkeit“ des Wissens oder das der Absolutheit und Unumstößlichkeit der Regeln der formalen Logik), ist es absurd, wenn ein ähnliches Mißtrauen sich bei dem dialektischen Materialisten finde.

Wir wissen, daß einer der grundlegenden Leitsätze der Engelsschen und Leninschen Gnoseologie in der offenen, unzweideutigen Akzeptierung des dynamischen (dialektischen) Charakters des ganzen komplexen Erbes unserer Erkenntnis bestand (daher die Ablehnung der Annahme, es existierten absolute Wahrheiten oder etwas absolut Unerkennbares, da das die ununterbrochene Fortsetzbarkeit des Erkenntnisprozesses in alle Richtungen verhindern würde). Wenn es so steht, warum sollte der dialektische Materialismus a priori einen Weg verurteilen wie den, der gerade von den modernen methodologischen Forschungen eröffnet wurde und der uns dazu führt, ständig wieder das wissenschaftliche Wissen in Frage zu stellen, um sein unklaren Aspekte aufzudecken, um es zu korrigieren, zu erweitern und über jede vorgegebene Grenze hinweg zu vertiefen?

Die Ablehnung des Relativismus durch die dialektisch-materialistische Gnoseologie

Die dialektisch-materialistische Gnoseologie beschränkt sich nicht darauf, zu behaupten, daß jede unsere Erkenntnis – insbesondere jede wissenschaftliche

Erkenntnis – relativ und damit ewig veränderbar ist. Neben dieser These steht eine andere, nicht weniger fundamentale, wonach nämlich unsere Erkenntnis uns in die Lage versetzt, effektiv die Realität zu erfassen, ohne sie freilich je erschöpfen zu können, so daß es Sinn hat, von Erkenntnissen zu sprechen, die „wahrer“ sind als andere.

Wenn die moderne Methodologie der Wissenschaften uns – wie wir in den vorhergehenden Abschnitten zu erklären suchten – wertvolle Instrumente liefert, um hinsichtlich des wissenschaftlichen Wissens die erste der beiden eben genannten Thesen zu erhärten und zu präzisieren, so ergeben sich die Argumente zur Stützung der zweiten These vor allem aus einer ernsthaften Reflexion über die Geschichte der Wissenschaft.

Auch Mach hatte – nicht weniger energisch als Engels – auf die außerordentliche Bedeutung dieser Reflexion hingewiesen. Aber nach ihm hing diese Bedeutung wesentlich davon ab, daß eine aufmerksame Untersuchung der Genesis und der Entwicklung der Begriffe uns in die Lage versetzen würde, zweierlei klar zu begreifen: einerseits ihren ursprünglichen effektiven empirischen Inhalt, andererseits das allmähliche Schwächerwerden dieses Inhalts, in je allgemeinere Theorien sie eingeordnet wurden. Mit anderen Worten: die Geschichte der Wissenschaft interessierte den österreichischen Denker als brauchbare Hilfe, um die – wie wir wissen, für seine ganze Philosophie zentrale – empiristische These zu verteidigen und zu stärken, und nicht etwa als Instrument, um in die effektive Dialektik der menschlichen Erkenntnis einzudringen.

Was die Vertreter des dialektischen Materialismus interessiert, ist dagegen gerade dieser zweite Aspekt der Wissenschaftsgeschichte. Es ist mit anderen Worten die Tendenz dieser Geschichte, die Existenz eines „roten Fadens“ deutlich zu machen, der der Aufeinanderfolge der wissenschaftlichen Theorien zugrundeliegt, sowie seine Fähigkeit, uns zu zeigen, daß diese Aufeinanderfolge in vielen Fällen ein tatsächliches Anwachsen unseres Erbes an Wissen bedeutet.

Wir sagten „in vielen Fällen“, weil dieses Anwachsen nicht etwas automatisches ist (eine neue Theorie muß also nicht immer einen authentischen Fortschritt gegenüber den vorhergehenden darstellen). Das Entscheidende vom Gesichtspunkt des gnoseologischen Problems ist also nicht, zu entscheiden, wann sich ein solcher Fortschritt ereignet, sondern zu konstatieren, daß die Entwicklung der Wissenschaft in einigen Fällen eine effektive Zunahme unseres Erbes an Erkenntnis bringt; es ist nichts Chaotisches, sondern eine echte dialektische Entwicklung (d.h. eine Entwicklung, die durch eine innere Rationalität gekennzeichnet ist).

Bekanntlich hat die Kenntnisnahme von der Nicht-Absolutheit unserer Erkenntnis fast immer auf den Weg des philosophischen Relativismus und damit in letzter Instanz des Agnostizismus geführt. Im spezifischen Fall der wissenschaftlichen Erkenntnis erscheint dieser Relativismus im Allgemeinen unter der Form des Konventionalismus, d.h. der Reduzierung aller Theorien auf die Ebene bloßer Konventionen.

Der dialektische Materialismus ist sich klar der Gefährlichkeit dieser Folgerung bewußt. Um sie zu vermeiden, betonte er die Feststellung der Existenz eines effektiven (wenn auch alles andere als geradlinigen) Fortschritts in der Geschichte der wissenschaftlichen Lehrmeinungen d.h. die Feststellung, daß die Errungenschaften der Wissenschaften – obwohl sie uns nie absolute Wahrheiten liefern – dennoch authentische Errungenschaften darstellen, die unser Erbe an Erkenntnis bereichern können. Die Möglichkeit dieser Bereicherung anzuerkennen bedeutet in jedem Fall, den wissenschaftlichen Theorien eine nicht bloß konventionelle Komponente zuzuerkennen.

Lenin bezieht sich ständig bei der Verteidigung des gnoseologischen Realismus auf „die menschliche Wissenschaft, die sich weiterentwickelt“. Er geht zwar von der Annahme (zu der er von den psychophysiologischen Forschungen angelegt wurde) aus, daß die Empfindungen in uns von den „Dingen außerhalb unseres Bewußtseins (. . .) mittels ihres Einwirkens auf die Sinnesorgane“ erregt werden, fügt aber unmittelbar hinzu, daß sie nur den ersten Schritt des Erkenntnisprozesses darstellen. Ihm zufolge ist die Analyse dieses Prozesses in seiner Ganzheit die wahre Grundlage des Realismus. Sie ist es, die uns unwiderlegbare Argumente gegen den Subjektivismus und den Relativismus liefert.

Der nicht nur dynamische, sondern fortschrittliche Charakter der menschlichen Wissenschaft, d.h. seine unbestreitbare Fähigkeit, uns von den ersten „angrenzenden, relativen, Übergangs“-Erkenntnissen zu anderen „vollständigeren und präziseren“ zu leiten, ist der Fakt, dessen Erklärung keiner relativistischen Philosophie gelingt. Die Geschichte der Wissenschaft, die uns diesen Fakt aufweist, wenn auch durch die komplizierte Entwicklung der Theorien, die Irrtümer der Wissenschaftler und die Mängel in den von ihnen bei der Forschung angewandten Methoden –, nimmt von diesem Gesichtspunkt aus eine zentrale Funktion in der Diskussion um das erkenntnistheoretische Problem ein.

Während der Metaphysiker meint, der Erkenntnisprozeß könne entweder uns zu absoluten und unumstößlichen Wahrheiten bringen oder er sei nur illusorisch und daher unfähig, irgendeine Annahme über die Realität zu machen, behauptet dagegen der dialektische Materialist, daß dieser Prozeß uns auf die Spur authentischer, freilich niemals absoluter und definitiver Erkenntnisse führt. Die Grundlage dieser Behauptung ist die Untersuchung dessen, was wirklich in dem hochdifferenzierten Prozeß der wissenschaftlichen Erkenntnis geschieht. (Hinsichtlich der bedeutenden Funktion der Geschichte der Wissenschaft innerhalb der dialektisch-materialistischen Epistemologie verweisen wir auf den in diesem Heft* enthaltenen Artikel von Tagliagambe).

Der innerhalb der Physik gegen Ende des vorigen Jahrhunderts entstandene kritische Anspruch hat das große Verdienst gehabt, uns zur Reflexion über die authentische Struktur der Theorien zu veranlassen (und uns so dahin zu bringen, die Nicht-Absolutheit ihrer Prinzipien anzuerkennen sowie die Fragwürdigkeit des Appells an die Evidenz und die Komplexität der Beziehungen zwischen den

* Critica Marxista, Heft 6, 1972, Anmerkung d. Redaktion

einzelnen Theorien). Der vom dialektischen Materialismus vertretene realistische Anspruch hat das nicht geringere Verdienst, den unbestreitbar in der wissenschaftlichen Forschung vorhandenen Charakter der schrittweisen Entwicklung hervorzuheben, d.h. der Fähigkeit, uns von wenigen befriedigenden Erkenntnissen zu anderen, mehr und mehr befriedigenderen zu bringen.

Der engagierte Wissenschaftler kennt sehr gut die wesentliche Bedeutung dieses Charakters. Er weiß, daß die Wissenschaft immer in aufeinanderfolgenden Annäherungen fortschreitet, ohne den Anspruch, je zu erschöpfenden und unveränderlichen Erkenntnissen zu gelangen. Und er weiß gleichzeitig, daß dies keineswegs eine skeptische Einstellung gegenüber der wissenschaftlichen Forschung rechtfertigt.

Der dialektische Materialist täuscht sich nicht über die Schwierigkeit hinweg, gerade dem Begriff der Annäherung eine präzise Bedeutung zu geben, wenn man sich nicht – und das ist unmöglich – auf eine vorherige absolute Kenntnis dessen beziehen will, was angenähert wird. Er behauptet aber, daß diese Schwierigkeit uns nicht das Recht gibt, die Augen vor der Realität der Wissenschaft zu schließen oder vor dem, was wir als die effektive Dialektik der wissenschaftlichen Forschung vorfinden, wenn wir ernsthaft und ohne Vorurteile über ihre authentische Geschichte nachdenken.

Das Kriterium der Praxis und die Unklarheiten, zu denen es geführt hat

Bekanntlich behaupten etliche Wissenschaftler, der einzige Weg, um dem Begriff „wissenschaftlicher Fortschritt“ eine präzise Bedeutung geben zu können, bestehe in der Bezugnahme auf das Feld der Anwendungen. Zu behaupten, eine „neue“ wissenschaftliche Theorie sei „wahrer“ als eine „alte“, könne in Wirklichkeit – ihrer Meinung nach – nichts anderes bedeuten, als daß die erstere mehr praktische Erfolge aufzuweisen habe als die zweite. Mit anderen Worten: die angenommene „größere Wahrheit“ könne nicht mit einer „größeren Annäherung“ an die objektive Realität erklärt werden (über die wir streng genommen gar nichts sagen können), sondern nur mit dem Verweis auf das (wohlbekannte) Feld unserer Handlungen.

Es ist hier nicht der Ort, die in letzter Instanz subjektivistische Auffassung zu betonen, die der eben erwähnten Konzeption zugrundeliegt (und die gewöhnlich als pragmatistisch bezeichnet wird). Erinnert sei daran, daß ihr zufolge die empirischen Daten und nur sie – gleichgültig ob vergangene oder zukünftige – über die Gültigkeit einer Theorie entscheiden und insbesondere über ihre Überlegenheit über eine andere. Dabei ist klargestellt, daß diese empirischen Daten notwendig eine Beziehung zu dem Subjekt implizieren, das sie perzipiert, während sie offensichtlich jede Bezugnahme auf irgendeine außer-subjektive Realität überflüssig machen.

Trotz des soeben Ausgeführten wurde oft behauptet, eine explizit oder implizit pragmatistische Orientierung sei in vielen Schriften von Marx zu finden und

sogar an manchen Stellen bei Lenin. Nach diesem Standpunkt würde der angenommene Leninsche Realismus nur ein von Engels geerbtes dogmatisches Überbleibsel darstellen. Jedoch der lebendigste und gültigste Teil der Gedanken des großen russischen Revolutionärs gehe in eine ganz andere Richtung.

Sicher wollen wir nicht leugnen, daß sich Lenin oft auf die Praxis als das ausschlaggebende Kriterium bezieht, um das Wahre vom Falschen zu unterscheiden. Das Problem ist aber, ob er sich auf sie bezieht als einfache *Bestätigung* für die Objektivität gewisser „relativer Wahrheiten“, oder ob er hingegen die Praxis gebraucht, um auf unzweideutige Weise die Existenz irgendeiner rein theoretischen Quelle der Wahrheit zu verneinen.

Ohne uns auf eine detaillierte Analyse der Texte einzulassen, wozu uns hier nicht der Ort scheint, beschränken wir uns auf die Feststellung, daß, wenn man für die zweite Hypothese optiert, man die Schlußfolgerung treffen muß, Lenin sei streng genommen nicht weniger „in theoretischer Hinsicht Agnostiker“ gewesen, als seine von ihm in „Materialismus und Empirokritizismus“ bekämpften Gegner. Und man müßte offen zugeben, daß in diesem Falle seine philosophische Position letztlich sehr viel einfacher wäre, als die, die wir in den vorhergehenden Abschnitten zu umreißen versuchten. Sie ließe sich in der Tat auf eine einzige These konzentrieren: es existiert in theoretischem Sinn weder eine absolute noch relative Wahrheit und somit existiert kein Problem hinsichtlich der (angenäherten oder totalen) Erkennbarkeit des Wirklichen. Es gibt nur die praktische Aktivität, die – in kohärent revolutionärem Sinn ausgerichtet – von keiner Barriere aufgehalten werden kann.

Wenn wir persönlich überzeugt sind, daß die oben angeführte Interpretation in keiner Weise haltbar ist, dann, weil uns scheint, daß Lenin zu sehr an der „menschlichen Wissenschaft, die fortschreitet“ interessiert war, um eine These akzeptieren zu können, die in deutlichem Widerspruch zum effektiven Fortschreiten der Wissenschaft stand. Mit anderen Worten: er bezieht sich zwar ständig auf das Kriterium der Praxis, aber unseres Erachtens nur in der ersten der vor kurzem angeführten Bedeutungen (d.h. als einfache *Bestätigung* der Objektivität der wissenschaftlichen Wahrheiten). Es ist gerade diese Bedeutung und nicht die zweite, die einmütig von den engagierten Wissenschaftlern akzeptiert wird. Genauer: Lenin will in keiner Weise eine von der Wissenschaft losgelöste Philosophie konstruieren und eben deshalb vertritt und verteidigt er den Engelschen dialektischen Materialismus. Er täuscht sich jedoch nicht über die Menge von Problemen hinweg, zu denen dieser führt und die im wesentlichen mit dem Begriff der „Erkenntnis durch aufeinanderfolgende Annäherungen“ zusammenhängen, den die Wissenschaftler gewöhnlich akzeptieren, ohne sich genau über seine Mängelhaftigkeit im Klaren zu sein. Das volle Erfassen der Bedeutung dieses Begriffes ist vielleicht (wenigstens scheint es uns so) der bezeichnendste Beitrag Lenins auf dem Gebiet der erkenntnistheoretischen Problematik. Es ergab sich für ihn aus der festen Überzeugung, daß der Begriff „Erkenntnis durch aufeinanderfolgende Annäherungen“ uns die einzige Möglichkeit bietet, einerseits die wichtige Funktion des theoretischen Moments in der wissenschaftlichen

Forschung zu erfassen (ohne es dem praktischen Moment unterzuordnen), und andererseits der Praxis die grundlegende Aufgabe zuzuerkennen, den abstrakten Gedanken zu bestätigen, zu korrigieren und weiterzutreiben.

Wenn wir das Gesagte zusammenfassen, können wir sagen, daß unserer Meinung nach für den dialektischen Materialismus anstatt für den Pragmatismus zu optieren in erster Linie bedeutet, den Wert der Erkenntnis als solcher zu verteidigen (und also nicht nur als Projekt für zukünftige Handlungen), und in zweiter Linie, mit Mut alle Schwierigkeiten anzugehen, die sich aus der Weigerung ergeben, diese Verteidigung mit der klassischen Metaphysik in Zusammenhang zu bringen. Es stimmt, daß der Pragmatismus sich als anti-metaphysisch ausgibt, aber es stimmt auch, daß diese seine Haltung sehr viel mehr einem einfachen Rückzug vor den traditionell von der Metaphysik aufgestellten Problemen (Problem der Erkennbarkeit des Wirklichen, der Wahrheit usw.) ähnelt, als einem ernsthaften Versuch, sie in neuer Form aufzuwerfen und auf einer solchen Basis eine neue Lösung für sie zu suchen.

Die Grundzüge der wissenschaftlichen Methodologie dialektisch-materialistischer Prägung können nunmehr leicht umrissen werden.

Der dialektische Materialismus hat keinerlei Grund, sich gegen den kritischen Anspruch zu sperren, der innerhalb der Physik während ihres beschwerlichen Übergangs von der mechanistischen in die moderne Phase entstand. Er hat vielmehr alles Interesse, ihn zu verstärken und auszuwerten, gerade unter seinem technischen Aspekt, der sich in den letzten Jahren durchgesetzt hat, weil er in definitiver Weise die Hypothek des phänomenalistischen philosophischen Ansatzen abwarf, der sein Entstehen gefördert hatte.

Er beschränkt sich jedoch nicht darauf, diesen kritischen Anspruch zu verstärken, sondern bemüht sich darüberhinaus, ihn von jeder Verzichtshaltung gegenüber der Metaphysik zu befreien, wie sie sich – gewissermaßen durch die Hintertür – in diesem Anspruch eingeschlichen hat, mit dem Versuch, ihn in eine allgemeine Konzeption pragmatistischen Typs einzordnen. Damit macht sich der dialektische Materialismus zum Vertreter des tiefsten Anspruchs der engagierten Wissenschaft – des Anspruchs, sich als theoretische und nicht *nur* praktische Aktivität zu qualifizieren, um sich (wenn auch stets in relativer und somit nie erschöpfer Form) die uns umgebende Welt anzueignen, in der festen Überzeugung, daß nur diese Erkenntnis mit immer größerer Effizienz unser Einwirken auf die Natur lenken kann.

Die Einsicht, daß die „*menschliche Wissenschaft, die fortschreitet*“, tatsächlich in der Lage ist, uns schrittweise in die objektive Realität eindringen zu lassen, ist einer der Hauptpunkte der materialistischen Gnoseologie. Einzig davon ausgehend konnte Lenin mit soviel Entschiedenheit eine „*wissenschaftliche*“ einer „*nichtwissenschaftlichen Praxis*“ entgegenstellen. Er präzisierte, daß letztere eine Praxis ist, die behauptete, bei ihrem Vorgehen sich auf keinerlei Theorien zu berufen oder auf rein subjektivistische Theorien. Man kann sich nicht Leninisten nennen, ohne den Gegensatz zwischen diesen beiden Arten von Praxis anzuerkennen bzw., daß dies die Existenz einer nicht rein subjektiven Realität (mit

* anderen Worten einer materiellen Realität) voraussetzt, auf die sich die ganze ernsthafte wissenschaftliche Aktivität ausrichtet.

Wenn Lenin behauptet, der Wissenschaftler sei spontaner Materialist in dem Moment, wo er als Wissenschaftler arbeitet, wo er sich konkret bei seinen Forschungen befindet, so will er damit daran erinnern, daß der authentischen wissenschaftlichen Aktivität nichts anderes übrigbleibt, als sich in der beschriebenen Weise zu orientieren. Der mechanische Materialismus beanspruchte, diese effektive Bewegung der Wissenschaft in vorgefertigte Formeln zu fassen. Wenn er gegen Ende des 19. Jahrhunderts in die Krise geriet, dann, weil alle ernstzunehmenden Forscher feststellen mußten, daß die Wissenschaft, gerade um sich immer mehr an die Realität anzunähern, auf solche Formeln verzichten mußte, um stattdessen neue begriffliche (und nicht nur begriffliche) Instrumente zu entwickeln, die viel reicher und feiner waren als die bislang angewandten. Ohne die Plausibilität des gerade durch die erwähnte Krise hervorgerufenen Versuchs zu bestreiten, die Wissenschaft auf der Basis eines rein phänomenalistischen Ansatzes in vollem Gegensatz zum Mechanismus zu erneuern, müssen wir heute offen zugeben, daß dieser Versuch gescheitert ist – aus einem ähnlichen Grund wie der mechanische Materialismus, d.h. weil er von der Realität der wissenschaftlichen Forschung selbst widerlegt wurde.

Die wissenschaftliche Methodologie dialektisch-materialistischer Prägung geht gerade von der Feststellung dieses Scheiterns aus, die sich aus genauen historischen Analysen ergibt. Eben die Resultate dieser Analysen zeigen uns, daß die neopositivistische Methodologie sich grundsätzlich als ungeeignet erweist, das zu verarbeiten, was faktisch in der wissenschaftlichen Forschung vorfällt. Wenn der marxistische Methodologe eine Rückkehr zum Materialismus vorschlägt, dann also nicht aus „Treue“ zu den Klassikern des Marxismus, sondern aus einem sehr ernsten und überzeugenden Grund – weil er in der Lage ist, eine neue Form des Materialismus, nicht mehr mechanistisch, sondern dialektisch, zu entwerfen, die fähig ist, in philosophisch korrekten Termini zu erfassen, was das Bezeichnendste in der effektiven Dynamik der Wissenschaft ist.

Übersetzung: Winfried Roth

Péter Rádi (Budapest)

Bewegungsformen und Strukturformen

Aus: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Berlin/DDR, Heft 8/1972, S. 996–1011

1. Einleitende Bemerkungen

Dieser Aufsatz ist eine wesentlich verkürzte Neubearbeitung einer längeren, in ungarischer Sprache erschienenen Arbeit¹. Das Ziel des Verfassers war es, mit dieser Arbeit den Versuch einer modernen Beschreibung des Systems der Bewegungsformen zu unternehmen. Bekanntlich stammen der Begriff qualitativ verschiedener Bewegungsformen, das Prinzip, wonach die einzelnen Bewegungsformen die konkrete Daseinsformen einzelner, spezieller Formen der Materie sind, und die erste Skizze ihres Systems von *Engels*.

Das Dreivierteljahrhundert aber, das seit dem Tod von *Engels* verflossen ist, war eine Epoche stürmischer Veränderungen in den Naturwissenschaften. Die neuen Ergebnisse der Naturwissenschaften beweisen glänzend die Wichtigkeit der oben erwähnten Engelsschen Grundgedanken, setzen aber das von ihm skizzierte konkrete System der Bewegungsformen in ein ganz neues Licht. Eine dem modernen Stand der Wissenschaften adäquate Neuformulierung dieses Systems ist daher eine dringende Pflicht und entspricht der Forderung von *Engels*, daß der Materialismus mit jeder grundlegenden Entdeckung in den Naturwissenschaften eine neue Form annehmen muß. In den letzten zwei Jahrzehnten ist eine große Anzahl von Arbeiten erschienen, die dieses Problem zu lösen versuchten². Der bekannteste Versuch ist der von B. M. Kedrow. Diese Arbeiten enthalten in mehrfacher Hinsicht erfolgreiche Anstrengungen zur Modernisierung des Systems. Da sie aber – mit wenigen Ausnahmen – die lineare Form der ursprünglichen Engelsschen Skizze behalten und diese nur „verlängern“ (z.B. mit dem Gebiet der subatomaren Bewegungsformen) oder höchstens einige Verzweigun-

1 Versuch einer modernen Beschreibung des Systems der Bewegungsformen. In: Magyar Filozófiai Szemle. Heft 3/1967. S. 369–406 (ung.). Die dazu gehörende Abbildung ist aus technischen Gründen nur als Beilage zu Heft 6 desselben Jahrganges erschienen.

2 Ich habe von diesen Arbeiten folgende berücksichtigt: B. M. Kedrow: Predmet i wsaimoswjas jestestwennych nauk. Moskwa 1962; B. M. Kedrow: O sootnoschenii form dwishenija materii w prirode. In: Filosofskije problemy sowremennogo jestestwosnanija. Moskwa 1959; W. M. Bukanowski: Prinzipy tscherty klassifikazii sowremennogo jestestwosnanija. Perm 1960; A. I. Ujomow: Nekoteryje tendencii w rastvitii jestestwennych nauk i prinzipy ich klassifikazii. In: Woprossy filosofii. Heft 8/1961; J. F. Solopow: Sootnoschenije form dwishenija i widow materii w prirode. In: Woprossy filosofii. Heft 8/1963; A. I. Ignatow: Formy dwishenija i widy materii. In: Woprossy filosofii. Heft 1/1964; Gy. Tamás: Das Prinzip der Bewegungsformen der Klassifikation der Wissenschaften. In: Pedagógiai Szemle. Heft 9/1966 (ung.); M. N. Rutkevics: Bewegungsformen in der anorganischen Natur. In: Tájékoztató. Heft 4/1960 (ung.).

gen in das System einschalten (wie z.B. *Kedrow* in Anbetracht der geologischen Bewegungsform), können diese Versuche die komplizierten Verhältnisse nicht adäquat darstellen.

In den linearen Systemdarstellungen können z.B. wichtige Regionen der materiellen Welt nicht richtig eingeordnet werden. In der Zeit von *Engels* konnte man z.B. das Reich der kosmischen Körper noch in die „Mechanik der himmlischen und irdischen Körper“ einordnen. Jetzt aber wissen wir, daß die Sterne und Sternsysteme spezifische Strukturen mit ihren eigenen Bewegungsformen sind und die mechanische Bewegung lediglich eine äußere Seite dieser Daseinsweise bildet. Die schon bekannten materiellen Systeme und ihre Bewegungsformen kann man nicht mehr nach dem einfachen allgemeinen Begriff der „Kompliziertheit“ einteilen, da der Übergang vom relativ Einfachen zum relativ Komplizierten auf mehreren – meiner Ansicht nach zwei grundsätzlichen Typen entsprechenden – Wegen verlaufen kann. Deshalb müßten die linearen oder verzweigt-linearen Darstellungen des Systems der Bewegungsformen durch eine netzartige Darstellung ersetzt werden. Am nächsten ist einem System dieser Art A. I. Ignatow in seiner oben erwähnten Arbeit gekommen.

Aufgrund unserer jetzigen Kenntnisse müssen wir eine größere Anzahl von Bewegungsformen unterscheiden, damit unser System eine richtige Widerspiegelung der Wirklichkeit bzw. des bisher erkannten Grades der Kompliziertheit dieser Wirklichkeit sei. Diese verschiedenen Bewegungsformen können aber aufgrund ihrer gemeinsamen wesentlichen Merkmale in drei grundsätzliche Klassen von Bewegungsformen eingeteilt werden:

- a) Bewegungsformen der anorganischen Natur oder chemisch-physikalische Bewegungsformen;
- b) biologische Bewegungsformen;
- c) gesellschaftliche Bewegungsformen.

Allgemein wird nur die erste dieser drei Klassen als eine Klasse mehrerer Bewegungsformen betrachtet (bei *Kedrow* z.B. mikrophysikalische, chemische, makrophysikalische und geologische Bewegungsformen); die beiden anderen werden dagegen als an sich einheitliche Bewegungsformen angesehen. Hinsichtlich der „Klasse biologischer Bewegungsformen“ kann man aber ziemlich leicht einsehen, daß sie verschiedene relativ autonome Bewegungsformen enthält, die natürlich in einem einheitlichen System dieser Bewegungsformen funktionieren. Ich erwähne nur kurz, daß man hier mindestens eine molekularbiologische, eine elementar-physiologische, eine im Gesamtverhalten des Lebewesens erscheinende, im engeren Sinne biologische, und eine biozönotische Schicht mit eigenen Bewegungsformen unterscheiden muß. Gewiß existieren diese Formen normalerweise nur zusammen, aber es ist z.B. leicht einzusehen, daß die physiologischen und im engeren Sinne biologischen Funktionen eine relative Autonomie haben. Beispielsweise brechen gewisse physiologische Vorgänge mit dem biologischen Tod nicht ab. (Es ist u.a. bekannt, daß nach dem biologischen Tod des Menschen der Bart und die Nägel noch gewisse Zeit wachsen.)

Was die gesellschaftlichen Bewegungsformen anbelangt, ist der Fall nicht so einfach, aber nach meiner Ansicht sollten die einzelnen ökonomischen Gesellschaftsformationen als spezielle Bewegungsformen der Bewegungsformenklasse Gesellschaft betrachtet werden.

2. Bewegungsformen und Strukturformen

Die meisten Autoren, die sich mit dem Problem der Bewegungsformen beschäftigen, betrachten letztere als die Daseinsweisen von speziellen Materiearten, d.h., sie nehmen eine gegenseitig eindeutige Entsprechung der einzelnen Bewegungsformen und Materiearten an. Das entspricht übrigens einigen Formulierungen von Engels, so z.B.: „Das Leben ist die Daseinsweise der Eiweißkörper.“ Meistens wird aber der Terminus „Bewegungsform“ auch auf gewisse Typen der Bewegung angewendet, die nicht zu einer konkreten Art der Materie gehören, wie z.B. die mechanische oder die thermodynamische Bewegung. Diese – m.E. inkonsequente – Terminologie führt zu gewissen Widersprüchen. (Diese Frage werde ich im Abschnitt 5 näher erörtern.) Ich selbst gebrauche den Terminus „Bewegungsform“ ausschließlich zur Bezeichnung der Daseinsweise einer speziellen Art der Materie.

Nach unserem jetzigen Wissen unterscheiden sich aber die einzelnen Arten der Materie in ihrer Struktur. Die Materiearten sind daher eigentlich die Strukturformen der Materie. Man kann also die Bewegungsform als Daseinsweise einer konkreten Strukturform der Materie betrachten. Daraus folgt, daß ein System der Strukturformen und ein System der Bewegungsformen eigentlich ein und dasselbe System sind. Bewegungsform und Strukturform entsprechen einander gegenseitig eindeutig.

Da aber der Strukturbegriff in der Literatur in mindestens zwei verschiedenen Bedeutungen angewendet wird, muß ich hinzufügen, daß ich unter Struktur die Gesamtheit der Elemente und deren Wechselwirkungen verstehe. Oft versteht man unter Struktur nur letzteres, d.h. die Gesamtheit der Relationen, Wechselwirkungen. Swiderski meint, „... jede Erscheinung ist dem Wesen nach ... die Einheit der Elemente und der Struktur...“³. Es gibt natürlich Wissenschaftszweige, die sich ausschließlich mit den Relationen einer Struktur beschäftigen, und eben das System dieser Relationen Struktur nennen. Es wäre aber richtiger, in diesem Falle den Begriff „abstrakte Struktur“ zu verwenden. Selbst in der Mathematik werden abstrakte und konkrete Strukturen unterschieden. Zwei verschiedene, also aus verschiedenen Elementen bestehende algebraische Strukturen (konkrete Strukturen) können dieselbe abstrakte Struktur besitzen, wenn das Verhältnis der Elemente durch äquivalente Operationsregeln und Grundaxiome gekennzeichnet wird.

³ Swiderski: O dialektyce elementow i struktury w objektywnym mire i poszanii. Moskwa 1962 (Hervorhebung von mir – R.P.).

Im Falle konkreter materieller Strukturen kommt es aber nie vor, daß zwei Strukturen mit verschiedenen Elementen ganz identische Relationen, Wechselwirkungen hätten. Es kann höchstens eine Ähnlichkeit, eine Analogie bestehen. Relationen konkreter materieller Elemente sind nämlich gewissermaßen immer von diesen Elementen selbst abhängig. Wenn man also in gewissen Fällen sagt, zwei konkrete materielle Systeme hätten die gleiche Struktur, d.h. die gleiche Relationsstruktur, so ist das immer nur eine Abstraktion.

Unter „Element“ darf man natürlich nicht nur einen raumzeitlich begrenzten Gegenstand, also eine Art Baustein, und unter „Relationen“ dann gewissermaßen den diese Bausteine verbindenden Mörtel verstehen. Prozesse, Funktionen und selbst Relationen können Elemente einer Struktur sein⁴. Genauer gesagt: Jede konkrete materielle Struktur enthält verschiedene, voneinander nur durch Abstraktion trennbare „Teilstrukturen“. Wenn man in der Biologie z.B. von der Einheit von Struktur und Funktion spricht, dann meint man das Verhältnis und die Einheit der morphologischen und der funktionellen Struktur, die eigentlich beide nur durch Abstraktion herausgehobene Seiten einer und derselben konkreten Struktur sind.

Im allgemeinen wird eine Struktur durch Qualität und Quantität ihrer Elemente und durch deren Wechselwirkungen determiniert. Daß die Qualitätsveränderung der Elemente eine Qualitätsveränderung der Struktur mit sich bringt, ist selbstverständlich. Die Abhängigkeit der letzteren von der Zahl der Elemente ist nicht in gleichem Maße eindeutig. Es gibt nämlich Strukturen, bei denen die kleinstmögliche Veränderung in der Anzahl der Elemente eine qualitative Veränderung der ganzen Struktur mit sich bringt. Beispielsweise unterscheidet sich ein Molekül, das aus zwei Atomen O besteht, wesentlich von einem Molekül aus drei O-Atomen – erstere ist ein gewöhnliches Sauerstoffmolekül, letzteres ein Ozonmolekül. Bei anderen Systemen dagegen ist die Zahl der Elemente in weiten Grenzen veränderlich, ohne daß dadurch eine qualitative andere Struktur entstünde (z.B. die Zahl der Moleküle in einer Gasmenge). Diese Veränderungen haben auch ihr eigenes Maß. Eine Gasmenge bei gleichen Druck und gleicher Temperatur ist qualitativ ganz gleichartig, einerlei, ob ihr Volumen einen Kubikmillimeter oder einen Kubikmeter beträgt. Wenn aber das Volumen weiterwächst, dann wird zuerst ein Dichte- und Druckgradient messbar (siehe die barometrische Formel). Bei weiterem Wachstum des Volumens entsteht eine Zirkulation im Gas, da die Temperaturdifferenzen sich nicht sofort ausgleichen könne, d.h., es erscheinen atmosphärische Effekte, die Gasmenge geht in eine Art Atmosphäre über. Bei einer noch wesentlich größeren Gasmenge entsteht ein Gleichgewicht zwischen der Gravitation und der thermischen Bewegung der einzelnen Moleküle. Eine solche Gasmenge bildet schon ein kosmisches Objekt usw.

Auch die Veränderung der Wechselwirkung der Elemente führt zu einer qualitativen Veränderung der Struktur. Das ist der Fall z.B. bei den verschiedenen allotropen Modifikationen kristallinischer Stoffe.

⁴ Vgl. dazu: H. Laitko: Struktur und Dialektik. In: DZfPh. Heft 6/1968.

Übrigens sind diese drei Variablen der Strukturqualität voneinander nicht unabhängig. In den meisten Fällen führt eine qualitative oder quantitative Veränderung der Elemente zu einer Veränderung ihrer Relationen, und eine Veränderung der Relationen verursacht eine Veränderung der Elemente selbst.

Aus der oben erwähnten Behauptung, daß zwei konkrete materielle Systeme mit verschiedenen Elementen nicht strukturidentisch sein können, sondern höchstens strukturanalog, folgt, daß jeder qualitativ verschiedene Stoff seine eigene Struktur und daher seine eigene konkrete, individuelle Bewegungsform besitzt (z.B. die Kristalle NaCl und KCl sind einander sehr ähnlich, aber doch nicht ganz gleich). Bei einer Systematisierung muß man aber die praktisch unbegrenzt vielen Einzelfälle in grundsätzlichen Typen zusammenfassen aufgrund ihrer wesentlichen Merkmale. Die Frage, welche diese wesentlichen Merkmale sind, kann nur auf der Grundlage der allseitigen theoretischen und praktischen Forschung und der menschlichen Praxis überhaupt entschieden werden. Jede Systematisierung muß daher durch deren Fortschritt immer wieder überprüft werden. Die Kategorie Bewegungsform bezieht sich dementsprechend nicht auf die einzelnen Strukturen, sondern auf die wesentlichen Strukturtypen. Die Bewegungsform ist die Daseinsweise bestimmter Strukturtypen der Materie.

3. Individuelle und kollektive Strukturen und Bewegungsformen

Es ist wohlbekannt, daß jedes Ding und jeder Prozeß – sogar die sogenannten Elementarteilchen –, wenn sie auch in gewissen Systemen als Elemente funktionieren, selbst zusammengesetzt ist. Element-Sein ist eine relative, auf ein konkreten System bezogene Eigenschaft. Jedes Ding ist also irgendwie aus „Teilen“ zusammengesetzt. Der innere Aufbau der Dinge ist von Fall zu Fall verschieden. Man kann aber zwei typische „Bauarten“, zwei Grundtypen der Strukturiertheit unterscheiden. Den einen Typ nenne ich zusammengesetztes Individuum oder individuelle Struktur, den anderen Kollektivum oder Kollektivstruktur.

In einer individuellen Struktur ist die Selbständigkeit ihrer Elemente stark in den Hintergrund gedrängt, und beim Eintritt in diese Struktur verändern sich die Eigenschaften des Dinges, das ein Element dieser Struktur wird, wesentlich. Das ist beispielsweise der Fall, wenn aus Nukleonen ein zusammengesetzter Atomkern oder aus Atomen ein Molekül entsteht.

In einer kollektiven Struktur dagegen bewahren die Elemente eine ziemlich große Selbständigkeit, und ihr Eintritt in die Struktur verursacht in ihren Eigenschaften keine wesentlichen Veränderungen. So verhalten sich z.B. Molekül und Gas, Stern und Galaxis und in gewissem Maße auch noch Lebewesen und Biözönose oder Mensch und Gesellschaft zueinander, wobei aber nicht zu vergessen ist, daß die letztgenannten „Elemente“ außerhalb ihrer kollektiven Systeme nicht existenzfähig sind.

Diese zwei spezifischen Typen der Strukturiertheit unterscheiden sich auch durch weitere Merkmale. Die Zahl der Elemente individueller Strukturen ist z.B.

entweder streng determiniert (wie bei Atomen, Molekülen), oder sie ist zwar veränderlich, aber nur in nicht sehr weiten Grenzen (wie bei nichtbiologischen Makromolekülen). Dagegen kann die Zahl der Elemente in kollektiven Strukturen in weiten Grenzen variabel sein, ohne daß eine qualitative Veränderung des Systems eintritt. (Siehe dazu die Beschreibung verschiedener Gasmengen im vorhergehenden Abschnitt.)

Diese zwei Grundtypen der Strukturiertheit sind natürlich nur ideale Grenzfälle. Die relativ reinste Individualstruktur weisen die Elementarteilchen auf. Sie können aus verschiedenen anderen Elementarteilchen „zusammengesetzt“ sein, aber die Selbständigkeit dieser „Bauelemente“ ist in so großem Maße unterdrückt, daß sie als bloße Potentialitäten betrachtet werden müssen. Wenn z.B. aus einem Nukleon und einem Antinukleon ein π -Meson entsteht, dann werden etwa neun Zehntel der Massen der Komponenten in Form elektromagnetischer Strahlung frei, und nur ein Zehntel erscheint im neu entstandenen Strukturorganen. Das Ganze ist also viel kleiner als seine „Teile“, und letztere sind im Ganzen gar nicht nachweisbar. Sie können aber unter gewissen Umständen bei großem Energieaufwand wieder hervorgerufen werden. Als Extrembeispiel der kollektiven Form kann das Heliumgas betrachtet werden, in welchem die einzige gut erkennbare Wechselwirkung der Bestandteile der Stoßeffekte ist, wobei nur kinetische Energiemengen der linearen Bewegung ausgetauscht werden. (In Gasen mit Molekülen aus zwei oder mehr Atomen verändern sich beim gaskinetischen Prozeß auch innere Zustände der Molekel durch Schwingungs- und Rotationseffekte.)

Die meisten Realfälle liegen gewissermaßen zwischen diesen zwei Grenzfällen. In den meisten individuellen Strukturen bewahren die Elemente doch eine gewisse Selbständigkeit. In einem Molekül beispielsweise verlieren nur die Elektronen der äußersten Elektronenbahnen ihre Zugehörigkeit zu den einzelnen Atomen. Die inneren Teile der einzelnen Atome bewahren ihre relative Selbständigkeit, man kann auch die räumliche Lage der einzelnen Atome bestimmen usw.

Die hier angegebene Unterscheidung individueller und kollektiver Strukturen ist nicht zu verwechseln mit W. G. Afanasjews Unterscheidung totaler und summariver Systeme⁵. Er nennt nämlich zusammengesetzte Ganzheiten jeder Art „totale Systeme“, also sowohl die individuellen als auch die kollektiven Strukturen nach unserer Terminologie. Der Ausdruck „summatives System“ bedeutet bei ihm einen zufälligen Haufen von Gegenständen, bei denen keine wesentlichen Relationen zwischen den Elementen bestehen und das Ganze im Vergleich mit den Elementen keine neuen Eigenschaften besitzt. Er nennt z.B. ein Gas ein totales System. Er meint aber, daß in einem totalen System die Veränderung jeder einzelnen Komponente eine Veränderung aller anderen Komponenten verursacht. Das aber ist natürlich bei einem Gas offensichtlich nicht der Fall.

⁵ W. T. Afanasjew: O principach klassifikazii zelostnykh sistem. In: Woprossy filosofii. Heft 5/1963.

Auch B. M. Kedrow unterscheidet in seinem Buch vier Typen des Verhältnisses von Teil und Ganzem⁶. Der erste davon entspricht ungefähr der von mir definierten Kollektivstruktur, die weiteren drei sind im wesentlichen Spezialfälle der individuellen Strukturen. Aber auch er erkennt nicht die wesentliche Rolle dieser Unterscheidung bei der Systembildung. Ähnliche Gedanken erscheinen übrigens in den erwähnten Arbeiten von W. M. Bukanowski, A. I. Ignatow und György Tamás.

Wenn diese zwei Typen der Zusammengesetztheit nicht klar voneinander unterschieden werden, entsteht in den meisten Systembeschreibungen eine gewisse Verwirrung. Die Reihe Elementarteilchen-Atomkern-Atom-Molekül wird durch die Objekte der sogenannten Molekulärphysik oder Makrophysik, also durch „Makrokörper“ verschiedener Aggregatzustände, fortgesetzt. Letztere sind aber kollektive Systeme. Die natürliche Fortsetzung der vorangehenden Reihe individueller Systeme wachsender Kompliziertheit wären das Makromolekül, der lebendige Organismus und der Mensch. Makrokörper verschiedener Aggregatzustände können schon deshalb nicht in einer Reihe von Molekülen folgen, weil sie meistens nicht oder nicht nur aus Molekülen bestehen. Ein Plasma enthält z.B. neben ionisierten Atomen freie Atomkerne und Elementarteilchen. Die Bauelemente der Festkörper sind nur selten Moleküle, weit öfter Atome, Ionen und bei den Metallen Ionen und Elektronen. Die gewöhnlichen Makrokörper sind also kollektive Systeme, bestehend aus den verschiedensten Stufen der oben erwähnten individuellen Systeme, und daher aus den verschiedensten Stufen der oben erwähnten individuellen Systeme, und daher keine den Molekülen folgenden Strukturen.

In der Natur existieren übrigens die individuellen Strukturen fast immer im Rahmen einer Kollektivstruktur. In kosmischen Strahlen gibt es natürlich einzelne Elementarteilchen, im interstellaren Raum gibt es einzelne Atome oder ganz einfache Moleküle, aber das ist nur eine Ausnahme. Besonders wichtig ist zu erwähnen, daß der Übergang von einem individuellen Strukturniveau zu einem höheren nur im Rahmen einer Kollektivstruktur geschehen kann. Man könnte glauben, es wäre möglich, daß zwei Atome sich treffen und ein Molekül bilden. Das ist aber nicht der Fall. Wenn nämlich kein weiterer Partner dabei ist, der einen Teil der Energie übernimmt, die bei der Vereinigung frei wird, dann sprengt diese Energie wieder den entstandenen Komplex. Es ist auch wesentlich, daß – wie schon erwähnt – die höheren Formen individueller Strukturen (Lebewesen, Mensch) außerhalb des entsprechenden Kollektivs gar nicht existenzfähig sind.

Neben den beiden bis jetzt behandelten Grundtypen der Zusammengesetztheit gibt es noch einen wichtigen Spezialfall, welchen ich sekundär-individuelles System nennen würde. In der Reihe der erwähnten individuellen Systeme entstehen die höheren Stufen immer durch direkte Vereinigung von individuellen Strukturen niedriger Stufe. Es gibt aber Fälle, in denen eine große

6 B. M. Kedrow: Predmet i wsąmoswjas jestestwennych nauk. S. 144.

* Anzahl von individuellen Strukturen eine kollektive Struktur bildet, welche sich dann unter gewissen Umständen als ein zusammengesetztes Individuum verhält. Eine Gasmenge verhält sich beispielsweise in den meisten Fällen keinesfalls als ein individuelles System. Wenn aber diese Gasmenge so groß ist, daß – wie erwähnt – der Gravitationseffekt stärker wird als die durch die thermische Bewegung verursachte Divergenz, dann entsteht ein sekundäres Individuum, ein Stern. Hier muß ich noch eine wichtige Eigenschaft individueller Strukturen erwähnen, nämlich die Eigenschaft, von der etymologisch der Name „Individuum“ stammt. Individuelle Systeme sind in gewissem Sinn unteilbar. Eine Teilung würde die Struktur als solche vernichten. Bei Kollektivstrukturen ist das nicht der Fall. Ein Tausendstel von einem Liter Gas ist noch immer das gleiche Gas. Ein Tausendstel der Sonne wäre dagegen kein Stern mehr. Die hier beschriebene sekundäre Individualität spielt eine überaus wichtige Rolle beim Übergang zum Leben.

4. Versuch einer Systembeschreibung aufgrund der angegebenen Voraussetzungen

Im folgenden gebe ich eine kurze Übersicht des von mir vorgeschlagenen Systems aufgrund der in den vorhergehenden Abschnitten behandelten Prinzipien⁷. Die beiden Typen der Zusammengesetztheit bilden in diesem System zwei grundsätzliche Parameter (siehe Abbildung). Von links nach rechts wächst die individuelle Zusammengesetztheit der zur angegebenen Bewegungsform (Strukturform) gehörenden Objekte. Von unten nach oben wächst die kollektive Zusammengesetztheit, vor allem die Größe der in Betracht gezogenen kollektiven Systeme.

Die ovalen Felder in der Tafel bedeuten einzelne Strukturtypen und die ihnen entsprechenden Bewegungsformen. In den rechteckigen Feldern habe ich Systeme zusammengefaßt, von denen ich vermute, daß sie noch in verschiedene Strukturtypen aufteilbar wären, aber deren weitere Systematisierung aufgrund unserer – oder vielleicht aufgrund meiner – bisherigen Kenntnisse noch nicht eindeutig möglich ist. Ein solches rechteckiges Feld könnte also vielleicht in mehrere ovale Einzelfelder zerlegt werden, aber das muß nicht unbedingt der Fall sein. Ist ein Feld von einer doppelten Linie umgeben, dann bedeutet das einen Fall der oben erwähnten sekundären Individualität. Die Abbildung soll als ein Graph betrachtet werden; die Größe der Felder und ihre Entfernung voneinander sind also bedeutungslos, ihre Verbindungslinien aber bedeuten mögliche strukturelle Übergänge. Die vertikalen Doppellinien trennen die drei Grundklassen der Strukturformen bzw. Bewegungsformen voneinander. Felder, die an einer solchen Trennungslinie liegen, bedeuten entweder Übergangsstrukturen oder Komplexe, welche Elemente oder Teilsysteme mehrerer Bewegungs-

7 Dieses System erstreckt sich nur auf die diskreten Formen der Materie; die physikalischen Felder werden nicht behandelt.

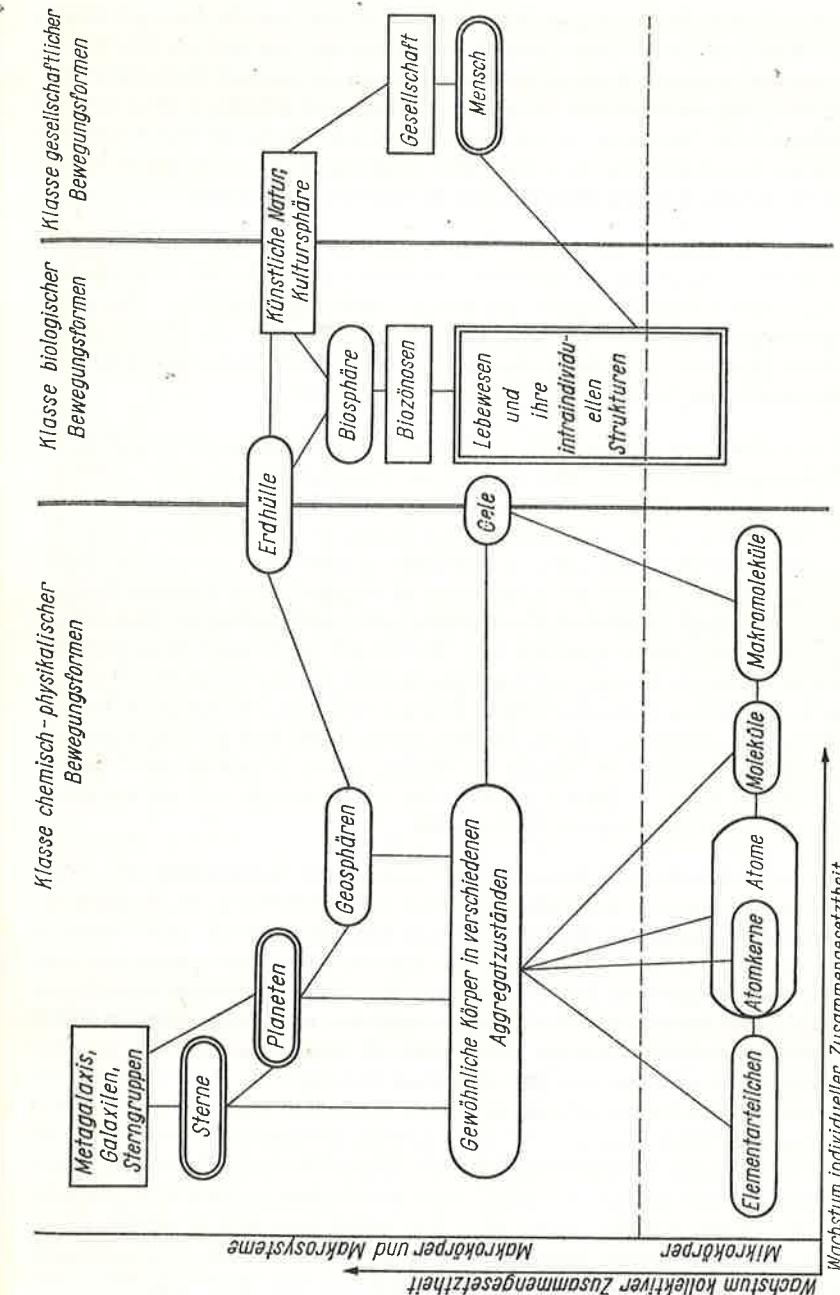
formklassen enthalten (so ist z.B. die Erdhülle ein Komplex der drei Geosphären – Erdkruste, Hydro- und Atmosphäre – und der Biosphäre).

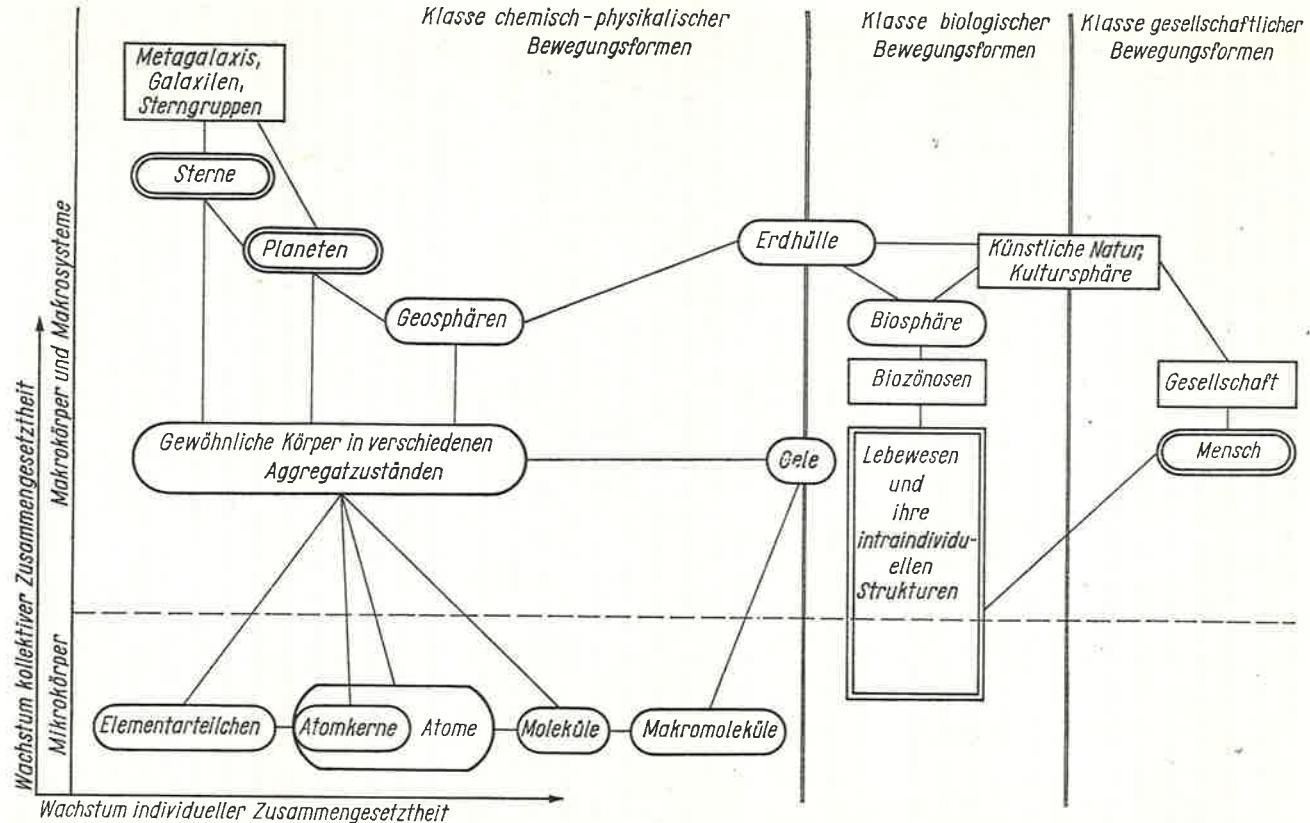
Die Felder in der unteren Reihe der Tafel repräsentieren die individuellen Systeme der einzelnen Bewegungsformklassen. Einige Bemerkungen zu dieser Reihe: Das Feld der Atomkerne ist hier in das Feld der Atome eingeschlossen. Damit möchte ich betonen, daß diese zwei Strukturniveaus sehr eng zusammengehören. Es besteht zwar ein wesentlicher Unterschied z.B. in bezug auf die Bindungsenergien beim Eintritt eines Nukleons in einen Atomkern oder beim Eintritt eines Elektrons in ein Atom. Im ersten Fall tritt ein beträchtlicher Massendefekt auf, in zweitem Fall ist dieser Effekt nicht messbar. Das Entfernen eines Elektrons aus einem Atom ist viel leichter als das Entfernen eines Nukleons aus einem Kern. Die Eigenschaft des Atoms verändern sich dabei wesentlich (aus dem Atom wird ein Ion), aber diese Veränderung ist reversibel und weniger tiefgehend, als wenn sich die Protonenzahl in einem Atomkern verändert. Trotz dieser Unterschiede sind auch die Ähnlichkeiten sehr stark. Wir können die Entstehung zusammengesetzter Atomkerne und die Entstehung der Atome als zwei innere Stufen des Übergangs betrachten, der von den Elementarteilchen zu den Atomen führt. Die zusammengesetzten Atomkerne entstehen durch Vereinigung von Elementarteilchen zu diesem System. Die Frage, welche Art von Atom entsteht, wird schon bei der Entstehung des Atomkerns entschieden. Eben deshalb bezeichnet man meistens die Atomkerne und die Atome der einzelnen Elemente mit den gleichen chemischen Zeichen. Wir können einen Atomkern als ein extrem ionisiertes Atom betrachten.

Auch im Aufbau der Atomkerne und der Elektronenhülle besteht eine wesentliche Strukturähnlichkeit. Die Elementarteilchen nehmen sowohl im Kern als auch in der Hülle diskrete Energieniveaus ein, in beiden Fällen können sie mit entsprechenden Methoden angeregt werden, und bei Rückkehr auf ihr Ausgangsniveau werden in beiden Fällen elektromagnetische Strahlenquanten mit einer spezifischen Schwingungszahl emittiert.

Es bedarf einer Erklärung, weshalb ich dagegen die Moleküle und die Makromoleküle in zwei gesonderte Felder eingeteilt habe. Makromoleküle sind – m.E. – nicht einfach große Moleküle. Sie besitzen eine Reihe von spezifischen Eigenschaften, die bei den gewöhnlichen Molekülen nicht vorkommen. Ich erwähne hier nur einige der wichtigsten. Die Makromoleküle bestehen aus beständigen Segmenten, die eigentlich den gewöhnlichen Molekülen entsprechen. Diese molekulartigen Segmente behalten im Makromolekül eine gewisse relative Selbstständigkeit. Dies beweist unter anderem die sogenannte Mikro-Brown'sche Bewegung. (Nicht die Makromoleküle als ganze nehmen an der thermischen Bewegung teil, sondern die einzelnen Segmente gewissermaßen selbstständig. Daher verändert sich die Raumstruktur dieser Moleküle fortwährend. Die sog. Kautschukelastizität hängt auch mit diesem Effekt zusammen.)

Ein weiterer wichtiger Beweis besteht darin, daß zwischen den einzelnen Segmenten eines Makromoleküls gleichartige Wechselwirkungen wie zwischen selbstständigen Molekülen bestehen (z.B. van-der-Waals-Kräfte, H-Brückenbindungen





usw.). Auf diesem Effekt beruht die Möglichkeit, daß gewisse Makromoleküle intramolekulare Kristalle bilden können, was besonders bei biologischen Makromolekülen eine wichtige Rolle spielt. Es gibt ganz verschiedene Makromoleküle, die aus den gleichen einfachen Molekülen als Segmente aufgebaut sind, nur die Verbindung dieser Segmente ist anders. Stärke ist z.B. ebenso ein Polykondensat von Glukosemolekülen wie Zellulose. Der Unterschied zwischen ihnen beruht nur auf der Art der Bindung zwischen den einzelnen Glukosemolekülen.

Zusammenfassend können wir also folgern, daß die Makromoleküle keine sehr großen Moleküle sind, die unmittelbar aus einer großen Anzahl von Atomen bestehen, sondern Supermoleküle, die aus gewöhnlichen Molekülen oder molekulartigen Segmenten aufgebaut sind. Diese spezifischen und von denen der gewöhnlichen Moleküle ganz verschiedenen Eigenschaften der Makromoleküle spielen eine unentbehrliche Rolle beim Übergang zum Leben.

Der Übergang zum einfachsten Lebewesen als Individuum der Klasse biologischer Bewegungsformen ist aber auch in struktureller Hinsicht ganz anders als bei den bisher betrachteten individuellen Systemen. In der Reihe von den Elementarteilchen bis zu den Makromolekülen waren die unmittelbaren Teile der einzelnen Individuen immer selbst individuelle Systeme eines niedrigeren Strukturniveaus. Der Grundstoff der Lebewesen ist dagegen ein kollektives System. Lebewesen bestehen in struktureller Hinsicht nicht unmittelbar aus Makromolekülen, sondern aus einem gewissen Gel. Ein Biogel (auch das Urkoazervat der Oparinschen Theorie ist ein ganz einfaches Biogel) ist eine kollektive Struktur, die aus verschiedenen Makromolekülen, nämlich mehreren verschiedenen Eiweißmolekülen, aus mindestens einem Nukleinsäuremolekül und außerdem aus verschiedenen gewöhnlichen Molekülen wie Wasser, gelösten Elektrolyten usw. besteht. In diesem Sinne ist daher ein Lebewesen ein sekundäres, d.h. ein aus einem kollektiven System entstandenes Individuum.

Schon die einfachsten Lebewesen sind unvergleichlich komplizierter als die kompliziertesten Systeme oder Objekte der anorganischen Natur. Im Hinblick auf ihren inneren strukturellen Aufbau zeigt sich diese Komplexität unter anderem in dem bereits erwähnten Umstand, daß bei den Lebewesen außer den individuellen und kollektiven, d.h. interindividuellen (biozönotischen) Strukturverhältnissen auch intraindividuelle Strukturschichten und entsprechende Bewegungsformen auftreten. Es wäre ganz falsch zu behaupten, daß hier nur von verschiedenen chemischen und physikalischen Vorgänge die Rede ist. Den tiefsten Grund aller biologischen Vorgänge bilden natürliche chemische und physikalische Prozesse. Diese Prozesse und auch selbstverständlich die Strukturen, die diese Prozesse tragen, vereinen sich nämlich zu einer Reihe hierarchische aufeinander folgender Teilsysteme, die schon einen spezifischen biologischen Charakter haben. Wie schon erwähnt, kann man hier mindestens drei Schichten unterscheiden, die molekularbiologische, die physiologische und eine sozusagen holistisch-biologische Schicht, und zwar wiederholen sich diese Schichten, oder

zumindest die beiden letzteren, auf verschiedenen Niveaus der Organisation, nämlich innerhalb der Zellen, in den Organen und im ganzen Organismus.

Ein weiteres Merkmal der besonderen Komplexität biologischer Strukturen ist folgendes. Obwohl morphologische Struktur und funktionelle Struktur auch bei Lebewesen nur durch Abstraktion trennbare Seiten, Teilsysteme einer totalen Struktur sind, besitzt die funktionelle Struktur in diesem Falle doch eine sehr große relative Selbständigkeit, besonders bei Tieren mit einem zentralen Nervensystem⁸.

Diese Komplexität der strukturellen Verhältnisse ist der Grund dafür, daß – wie Engels nach Hegel schrieb – „Teil und Ganzes... schon Kategorien (sind), die in der organischen Natur unzureichend werden... Erst Teil im Kadaver.“¹⁰ Diese Komplexität ist aber auch die Grundbedingung für die Entstehung spezieller Lebensfunktionen, die den wesentlichen qualitativen Unterschied biologischer und anorganischer Bewegungsformen bestimmen. In dieser Hinsicht zeigt sich das Leben als die Daseinsweise spezieller materieller Systeme, und zwar solcher offener Systeme, die fähig sind, ihre Entropie auf Kosten ihrer Umgebung zu vermindern, und die aufgrund eines ununterbrochenen Stoffwechsels mit ihrer Umgebung zu Selbsterhaltung, Selbstregulation, regulierter Entwicklung und Fortpflanzung (Selbstreproduktion) fähig sind.

Bei dieser Auffassung des Begriffs Leben wird das Problem, ob das Leben funktionell oder substantiell zu definieren ist, zu einem Scheinproblem. Die Definition des Lebens muß substantiell und funktionell zugleich sein. Die Frage, ob die gleichen Funktionen nicht auch von anderen, nicht eiweißartigen Strukturen getragen werden können, ist keine Frage der Philosophie. Diese Möglichkeit kann man aber theoretisch nicht ausschließen.

Das Individuum der dritten Grundklasse der Bewegungsformen ist der Mensch. Auf die Entstehung des Menschen und auf andere anthropologische Probleme soll hier nicht eingegangen werden. Ich beschränke mich auf eine einzige, im Hinblick auf den Zusammenhang der Bewegungsformen wesentliche Frage. Der Sprung vom Tier zum Menschen ist von ganz anderer Art als der Sprung vom Anorganischen zum Organischen. Wie ich kurz geschildert habe, entsteht beim Übergang zum Leben eine wesentlich neuartige komplexe Struktur. Dagegen unterscheidet sich der Mensch nach seiner inneren morphologischen und physiologischen Struktur und auch nach ihrem Funktionieren kaum von den höheren Säugetieren. Descartes' Satz „das Tier ist eine Maschine“ und Lametries Satz „der Mensch ist eine Maschine“ sind im gleichen Maße relativ wahr und im wesentlichen doch falsch. Es gibt natürlich gewisse anatomische und physiolo-

8 Vgl. dazu: Z. Varga: Einige Grundzüge der Dialektik der biologischen Organisationsstufen. In: Magyar Filozófiai Szemle. Heft 5/1966 (ung.).

9 Siehe dazu: P. K. Anochin: In: Filosofskije woprosy fisiologii wysshei nerwnoi dejatelnosti i psichologii. Moskwa 1962.

10 F. Engels: Dialektik der Natur. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 20. Berlin 1962. S. 483.

gische Unterschiede zwischen dem Menschen und den Primaten, besonders im Hinblick auf das Nervensystem. Diese Unterschiede sind aber kleiner als die Unterschiede zwischen den verschiedenen Klassen der Tiere. Die Spezifität des Menschen liegt nicht in seiner inneren, sondern in seiner äußeren Struktur, in der Struktur seiner differenzierten Tätigkeit und im Reichtum seiner vielseitigen Relationen, die ihn mit der Natur, mit anderen Menschen, mit der Gesellschaft verbinden. Selbst das menschliche Bewußtsein ist eine spezifische Form, und zwar die höchste aller spezifischen Formen der Wechselwirkung des Menschen mit seiner Umgebung.

Damit ist die kurze Diskussion der Reihe individueller Strukturen, also der unteren Reihe der oben gegebenen Abbildung, beendet. Die weiteren Felder des Systems repräsentieren verschiedene kollektive Systeme, die alle – mittelbar oder unmittelbar – aus den verschiedenen oben diskutierten Individuen bestehen. Die Verbindungslinien zwischen den Feldern zeigen, welche individuellen Systeme im Aufbau verschiedener kollektiver Strukturen eine Rolle spielen, oder umgekehrt, zu welchen kollektiven Strukturen die verschiedenen individuellen Strukturen als – teils untrennbar – Bauelemente gehören. Die horizontale gestrichelte Linie im Schema trennt die sogenannten Mikrokörper von den Makrokörpern und Makrosystemen. Die Größengrenze dieser zwei Gebiete ist etwa die Grenze der Auflösungsfähigkeit der herkömmlichen Lichtmikroskope. Unterhalb dieser Grenze wirken physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten in vieler Hinsicht anders als oberhalb dieser Grenze, und zwar wegen der großen Rolle, die die Oberflächenenergie in dieser submikroskopischen Größenordnung spielt¹¹.

Eine Diskussion der im Schema angegebenen kollektiven Systeme ist hier aus Platzgründen nicht möglich. Ich muß mich in dieser Hinsicht auf kurze Bemerkungen beschränken. Zwischen den mittelbar oder unmittelbar miteinander verbundenen Feldern, genauer gesagt zwischen den Systemen, die durch diese Felder symbolisiert werden, besteht auch ein genetischer Zusammenhang. Wir können im allgemeinen feststellen, daß die Richtung von links nach rechts im Schema einer Richtung der wirklichen Richtung entspricht; dagegen wäre es ganz falsch anzunehmen, daß die Richtung von unten nach oben eine ähnliche Bedeutung hat. Die primären astronomischen Objekte bestehen größtenteils aus riesigen Mengen von Elementarteilchen. Wahrscheinlich entstehen sie aber nicht durch Vereinigung sehr vieler vorher entstandener Teilchen, sondern eher aus kontinuierlichen physikalischen Feldern in Form großer Mengen von Elementarteilchen, besonders Protonen und Elektronen, die sich dann bald zu H-Atomen vereinigen. Zusammengesetzte Atomkerne entstehen im Innern der Sterne, verschiedene Körper der drei klassischen Aggregatzustände entstehen in und auf den Planeten, zu denen auch andere kalte astronomische Objekte (wie Monde, er-

11 Siehe dazu: A. v. Buzágh: Kolloidik. Dresden 1963.

kaltete Sterne usw.) gerechnet werden können. Kompliziertere Moleküle entstehen in den Systemen, die ich als Geosphären bzw. Erdhülle bezeichnet habe¹².

Genetische Zusammenhänge bestehen nicht nur zwischen den verschiedenen individuellen Systemen, sondern auch zwischen den entsprechenden kollektiven Systemen. In dieser Hinsicht ist es besonders wichtig zu beachten, daß der Prozeß, in dem der Mensch aus einer bestimmten Tierart entsteht, untrennbar von dem Prozeß ist, in dem eine gewisse Art von Biozönose zur menschlichen Gesellschaft wird. Diese beiden genetischen Übergänge sind nur besondere Seiten eines und desselben genetischen Vorgangs.

5. Bewegungsformen und Bewegungsarten – Einiges über das Verhältnis von Chemie und Physik

Im zweiten Abschnitt habe ich schon darauf hingewiesen, daß es m.E. eine Inkonsistenz der Terminologie bedeutet, wenn man verschiedene Arten der Bewegung, die nicht als Daseinsweise spezieller materieller Strukturen betrachtet werden können, Bewegungsformen nennt. Von den bekannten klassischen Bewegungsformen gehört die sogenannte mechanische Bewegungsform zu dieser Kategorie. Schon Engels erkannte aber, daß die mechanische Bewegung von wesentlich anderer Art ist als die anderen von ihm zugegebenen Bewegungsformen.

Diese historisch bedingte Inkonsistenz führt zu verschiedenen Widersprüchen. Laut Kedrow können wir nur dann von einer neuen Bewegungsform reden, wenn wir es mit einer speziellen Form von Wechselwirkung zu tun haben, durch die die materiellen Träger der früher schon bekannten einfacheren Bewegungsformen zu gewissen qualitativ neuen Komplexen verbunden werden. Das bedeutet mit anderen Worten – meiner Auffassung vollkommen entsprechend –, daß die Bewegungsformen an gewisse materielle Strukturen gebunden sind. Trotzdem bezeichnet auch er die mechanischen und andere ähnliche Bewegungen (z.B. thermodynamische und „kybernetische“) als Bewegungsformen. Es ist leicht einzusehen, daß auf diese Fälle die vorher zitierte definitionsartige Behauptung nicht anwendbar ist.

Zur Lösung dieses Widerspruchs führt Kedrow Begriffe der allgemeinen und der speziellen (partiellen) Bewegungsformen, ein. Die allgemeinen Bewegungsformen seien jene Bewegungsformen, die nicht eindeutig zu einer bestimmten Materieart gehören, wie z.B. die erwähnten mechanischen, thermischen und kybernetischen „Bewegungsformen“. Die partiellen (spezifischen) Bewegungsformen dagegen hätten ihre eigenen bestimmten materiellen Träger, zu welchen sie eindeutig gehören: „... hierher gehören die kernphysikalischen, elektromagnetischen und anderen physikalischen Bewegungsformen, die chemische, die physi-

12 Der Begriff Geosphäre soll hier ganz allgemein auch die entsprechenden Sphären aller der Erde gewissermaßen ähnlichen astronomischen Objekte bedeuten. Ich halte es für gekünstelt und falsch, wenn man z.B. von Selenologie anstatt von Geologie des Mondes redet.

kalische und, wie wir weiter unten sehen werden, die geologische Bewegungsform“¹³. Kedrow weist übrigens darauf hin, daß wir zu dem Begriff dieser allgemeinen Bewegungsformen durch eine gewisse Abstraktion gelangen, aber er zieht die nötigen Konsequenzen aus dieser Erkenntnis nicht.

In Wirklichkeit aber ist jeder Begriff der Bewegungsform abstrakt. Wir gelangen zum Begriff der einzelnen Bewegungsformen durch eine *generalisierende* Abstraktion. Wir verallgemeinern bei dieser Begriffsbildung die verschiedenen, aber zum gleichen Typ gehörenden konkreten Objekte. Dagegen ist die Abstraktion, von der Kedrow im Zusammenhang mit den „allgemeinen Bewegungsformen“ spricht, eine *isolierende* Abstraktion. Hier wird ein besonderer gemeinsamer Zug verschiedener Bewegungsformen hervorgehoben.

Das Problem ist m.E. in folgender Weise am besten zu lösen. Wir müssen den Terminus Bewegungsform der Daseinsweise konkreter materieller Strukturen vorbehalten. Bewegungsformen in diesem Sinn sind Komplexe verschiedener einfacher Bewegungen. Das Leben z.B. als Bewegungsform einer speziellen Strukturform der Materie ist ein Komplex von verschiedensten Bewegungen, wie mechanische, biochemische und biophysikalische, verschiedene physiologische und biologische Bewegungen, wie Stoffwechsel, Gewebedifferenzierung, Fortpflanzungsvorgänge usw. Die einzelnen Typen der Bewegung, die nur spezielle Seiten dieser Komplexe sind, nenne ich *Bewegungsarten*. Eine Bewegungsform ist eine Art Totalität, nämlich eine bestimmte Totalität verschiedener Bewegungsarten. Eine Bewegungsform ist eine Struktur, deren Elemente verschiedene Bewegungsarten sind. Natürlich ist diese Totalität nur eine partielle, da die Bewegungsform selber nur eine spezielle Seite eines konkreten Objekts, Teilstruktur einer konkreten Totalstruktur ist. Das Verhältnis von Bewegungsform und Bewegungsart ist ein Spezialfall des Verhältnisses zwischen dem Strukturganzen und seinem Element. Natürlich ist diese Elementarität, wie in allen Fällen, auch hier relativ. Die meisten Bewegungsarten, die als Komponente verschiedener Bewegungsformen auftreten, sind selbst aus noch einfacheren Bewegungen zusammengesetzt; ein Nervenimpuls z.B. als wichtige Bewegungsart der Daseinsweise höherorganisierter Tiere ist selbst ein Komplex von biochemischen, biophysikalischen und elektrischen Bewegungen.

Die einzelnen Bewegungsarten können als Komponente verschiedener Bewegungsformen auftreten. Es gibt Bewegungsarten, die in jeder Bewegungsform vorkommen. Eine dieser Bewegungsarten ist die mechanische Bewegung. Andere Bewegungsarten treten nur bei gewissen Bewegungsformen auf. Die Bewegungsart Stoffwechsel tritt z.B. nur in den biologischen Bewegungsformen auf, die Bewegungsart Empfinden nur bei der Bewegungsform gewisser höherorganisierter Tiere usw. Es muß aber beachtet werden, daß sich die Bewegungsarten, die in mehreren Bewegungsformen eine Rolle spielen, beim Übergang von einer Bewegungsform in die andere verändern. Die Ortsbewegung von Elementarteilchen

13 B. M. Kedrow: O sootnoschenii form dwishenija materii w prirode. In: Filosofskije problemy sowremennogo jestestwosnanija. S. 149.

z.B. ist anderen, nämlich quantenmechanischen, Gesetzen unterworfen als die Ortsbewegung gewöhnlicher Körper. Der Widerspiegelungsprozeß als wichtige allgemeine Bewegungsart verläuft in jeder Bewegungsform anders.

Diese Unterscheidung von Bewegungsformen und Bewegungsarten gibt uns einen Schlüssel in die Hand zur Lösung eines viel diskutierten Problems, nämlich der Frage nach dem Verhältnis von Chemie und Physik. Seit die physikalische Wissenschaft – besonders in Form der Quantenchemie – in das Gebiet der Chemie eindringt, ist eine ständige Diskussion im Gange, wie die beiden Wissenschaftszweige bzw. die beiden angeblichen Bewegungsformen voneinander abgegrenzt werden sollen. Nach Kedrow gibt es theoretisch fünf mögliche Lösungen für dieses Problem, von denen er die fünfte für richtig hält¹⁴: 1. Die Zurückführung der Chemie auf die Physik. Es gibt keine Chemie und keine chemische Bewegungsform. In der sogenannten chemischen Bewegungsform erscheinen nur physikalische Bewegungen der Elementarteilchen. 2. Einbeziehung der Kernphysik in die Chemie. 3. Die Einbeziehung der molekularen Physik in die Chemie. 4. Die Chemie spaltet die Physik in zwei Gebiete, in die Mikro-(subatomare) und die Makro-(molekulare) Physik. 5. Die Chemie ist zwar zwischen den zwei Teilen der Physik eingekleilt, aber die Physik bewahrt dabei, indem sie die Chemie von allen Seiten umgibt, ihre Einheit.

Es ist äußerst bemerkenswert, wie Kedrow Punkt 2 der obigen fünf Varianten kommentiert. Er meint, daß die Auffassung, die Kernumwandlungen seien chemische Erscheinungen, auf einer alten (oder veralteten) Definition der Chemie beruht, nämlich der, daß die Chemie die Wissenschaft von den Stoffumwandlungen wäre¹⁵. Er fügt noch hinzu, daß man dann auch die Umwandlungen der Elementarteilchen (z.B. die Paarbildung) als chemische Umwandlungen betrachten könnte. Dadurch wäre aber die Abgrenzung der zwei Bewegungsformen (der chemischen und der physikalischen) noch diffuser, was – wie er meint – der Natur offensichtlich nicht entspräche¹⁶.

Meines Erachtens ist aber diese Folgerung gar nicht so absurd. Bei einer näheren Betrachtung der Verhältnisse stellt sich nämlich heraus, daß es weder eine chemische noch eine physikalische *Bewegungsform* gibt, die als *Daseinsformen spezieller struktureller Formen der Materie* gelten können. Chemische und physikalische Bewegungen und Umwandlungen sind dagegen bei den verschiedensten Bewegungsformen überall in der Natur aufzufinden. Ich bin der Ansicht, daß wir uns nach wie vor an die alte Definition halten können. Chemische Bewegungen sind in der Tat Umwandlungen des Stoffes. Natürlich entstehen bei jeder Bewegung gewisser Veränderungen in den sich bewegenden materiellen Objekten. Doch bei physikalischen Veränderungen verändert sich nur der augenblickliche Zustand der untersuchten Objekte, bei den chemischen Umwandlungen dagegen verändern sich die Objekte selbst. Es gibt natürlich qualitative

14 B.M. Kedrow: Predmet i wsaimoswjas jestestwennych nauk. S. 260.

15 Vgl: Ebenda: S. 317–335.

16 Vgl: Ebenda: S. 326–327.

Sprünge auch bei physikalischen Veränderungen (z.B. bei den Veränderungen der Aggregatzustände). Aber in diesem Falle verändern sich nur gewisse charakteristische Parameter der Objekte, bei einer chemischen Umwandlung dagegen verändert sich das ganze System der das Objekt bestimmenden Parameter.

Chemische und physikalische Veränderungen in diesem Sinne kommen bei allen Strukturformen der Materie vor. Es ist dabei zu beachten, daß physikalische Veränderungen auch ohne chemische Veränderungen möglich sind; dagegen sind chemische Veränderungen immer von physikalischen Veränderungen begleitet. Chemie und Physik sind also keine Wissenschaften, die sich mit besonderen *Bewegungsformen*, sondern Wissenschaften, die sich mit besonderen *Bewegungsarten* beschäftigen. Da diese Veränderungen in den verschiedensten Bewegungsformen (Strukturformen) vorkommen können, redet man mit Recht von Kernchemie und Kernphysik, Atomphysik und Kenntnis chemischer Eigenschaften der Atome, Chemie im traditionellen Sinne und Physik der chemischen Verbindungen (Quantenchemie), Kristallphysik und Kristallchemie, Kolloidphysik und Kolloidchemie, Geophysik und Geochemie, Biophysik und Biochemie, und man könnte auch mit vollem Recht über Chemie und Physik der Elementarteilchen reden. Vereinigung und Zerfall über Elementarteilchen sind chemische, ihre Zustandsveränderungen physikalische Bewegungen. Die praktische Unterscheidung zwischen chemischen und physikalischen Seiten der Erscheinungen ist natürlich in den verschiedenen Fällen in unterschiedlichem Maße schwierig. In den subatomaren Regionen ist die Verschmelzung der beiden Bewegungsarten (oder besser gesagt: der beiden Gruppen verschiedener chemischer und physikalischer Bewegungsarten) viel enger als in den superatomaren Regionen. Die mechanische, die thermische und gewissermaßen auch die kybernetische Bewegungsart, also die sogenannten „allgemeinen Bewegungsformen“, sind sämtlich physikalische Bewegungsarten, und es gibt deren noch weitere. Dagegen sind die chemischen Veränderungen auf nur wenige Grundformen, nämlich Vereinigung und Zersetzung, zurückzuführen, die übrigens fast immer zusammen auftreten.

In der anorganischen Natur sind alle Veränderungen entweder physikalische oder chemische oder höchstens einfache Kombinationen solcher Veränderungen. Deshalb bezeichne ich die Klasse der anorganischen Bewegungsformen als Klasse der chemisch-physikalischen Bewegungsformen. Die physikalische Chemie und die sogenannte chemische Physik sind daher keine Wissenschaften von Grenzfragen verschiedener *Bewegungsformen*, sondern Grenzwissenschaften, sie sich mit den speziellen Zusammenhängen chemischer und physikalischer *Bewegungsarten in den verschiedenen Bewegungsformen* beschäftigen.

Wie ich schon bemerkt habe, erscheinen die einzelnen Bewegungsarten als Komponente verschiedener Bewegungsformen auch selbst in gewissem Maße verändert. Die Gesetzmäßigkeiten kernchemischer Umwandlungen sind z.B. von denen der gewöhnlichen chemischen Umwandlungen verschieden, aber es besteht auch eine enge Analogie zwischen ihnen.

Man könnte die Frage stellen, ob die traditionelle Chemie bei dieser Auffassung nicht ihren Gegenstand einbüßen müßte. Das ist m.E. nicht der Fall, aber die von Engels angegebene Definition der Chemie als „Physik der Atome“ bedarf einer Erweiterung. Bei dem größten Teil der Veränderungen, die zur traditionellen Chemie gehören, reagieren nicht Atome mit Atomen, sondern Atome mit Molekülen oder Moleküle mit Molekülen, atomare oder aus mehreren Atomen zusammengesetzte Radikale mit Molekülen oder miteinander usw.

Meine obige Behauptung, daß in der anorganischen Natur alle Veränderungen physikalische oder chemische Bewegungen sind, bedeutet natürlich nicht, daß diese Bewegungen nur in der anorganischen Natur vorkommen. Im Gegenteil, sie spielen auch in den biologischen Bewegungsformen eine äußerst wichtige Rolle. Auf diesem Gebiet aber erscheinen neue spezielle Bewegungsarten wie Stoffwechsel und seine Teilprozesse, Fortpflanzung, Vererbung, Empfinden und bei den höheren Tieren die durch das Zentralnervensystem regulierte aktive Tätigkeit usw. Diese spezifischen biologischen Bewegungsarten sind natürlich auch aus chemischen und physikalischen Bewegungen „zusammengesetzt“. Diese relativ elementaren chemischen und physikalischen Bewegungen aber vereinen sich hier zu spezifischen Komplexen mit eigenen Gesetzmäßigkeiten, die aus den Gesetzen chemischer und physikalischer Bewegungen nicht ableitbar sind. Diese komplexen biologischen Bewegungsarten sind dann ihrerseits wieder relativ elementare Seiten der biologischen Bewegungsformen.

Ähnlich erscheinen auf der Grundlage spezieller biologischer Bewegungen in der gesellschaftlichen Bewegungsform wieder neue spezifische Bewegungsarten wie Arbeit, Denken, Bewegungen der gesellschaftlichen Struktur sowohl in der Basis als auch im Überbau usw. Dabei muß noch beachtet werden, daß die drei Grundklassen der Bewegungsformen nicht durch eine „chinesische Mauer“ voneinander getrennt sind. Keimformen zu den höheren Bewegungsformen gehörenden Bewegungsarten erscheinen schon in den niedrigeren Bewegungsformen. In der Klasse chemisch-physikalischer Bewegungsformen erscheint z.B. in den Effekten, die durch das Le Chatelier-Braunsche Prinzip beschrieben sind, ein gewisser Keim der relativ aktiven Selbstregulation, die dann in einer höheren Form Grundprinzip der biologischen Bewegungsformen wird. Ähnlich erscheinen gewisse Keime, Vorbilder des menschlichen Denkens, der menschlichen Sprache und sogar der Arbeitsteilung bei gewissen Tieren und Tierkollektiven. Eine nähere Analyse dieser Verhältnisse ebenso wie die Untersuchung des Problems, „künstlicher Bewegungsformen“ würde den Rahmen dieses Aufsatzes überschreiten.

Herbert Hörz (Berlin/DDR)

Philosophische Probleme einer Elementarteilchentheorie

Der nachfolgende Aufsatz wurde dem Sammelband „Mikrokosmos – Makrokosmos“, Band II, S. 163–180 entnommen, der 1972 im Akademie-Verlag, Berlin/DDR, erschien (Herausgeber Hermann Ley und Rolf Löther)

Die Elementarteilchentheorie befaßt sich mit den heute bekannten physikalischen Grundstrukturen der Materie. Die Untersuchung elementarer Bausteine der Materie hatte stets großen Einfluß auf das philosophische Denken. Jedes materialistische Weltbild stützte sich auf die bekannten physikalischen Forschungsergebnisse und beeinflußte die weitere Forschung. War der Atomismus erst eine geniale philosophische Hypothese, so wurde später durch die Chemie die theoretische Bedeutung dieser Hypothese und durch die Physik die objektivreale Existenz der Atome nachgewiesen. Im Verlauf dieser Entwicklung änderte sich unsere Vorstellung von der Materiestruktur ständig. Von den Atomen als den Materiebausteinen kam man zu den Elementarteilchen, die erst die innere Struktur der Atome begreiflich machten. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, eine einheitliche Theorie der Materiestruktur zu finden, deren Hauptpostulat die Existenz einer Grundsubstanz ist, aus der die Vielfalt materieller Objekte und Beziehungen aufgebaut ist. Anfang der 30er Jahre unseres Jahrhunderts schien man diesem Ideal ziemlich nahe gekommen zu sein. Man kannte drei Elementarteilchen, Elektron, Proton und Neutron, mit deren Hilfe man im wesentlichen alle bekannten experimentellen Tatsachen erklären konnte. Aber nun ging es Schlag auf Schlag. Schon Ende 1932 fand man das Positron, das sich unter bestimmten Bedingungen mit dem Elektron in Strahlung verwandelt. Die Hypothese von der Existenz eines Teilchens, des Neutrinos, wurde aufgestellt, um den Energieverlust beim β -Zerfall zu erklären. 1934 behauptete der sowjetische Physiker I. E. Tamm, daß die Kernkräfte, die zwischen Neutronen und Protonen im Atomkern wirken, durch Elementarteilchen vermittelt werden. Da mit den bekannten Teilchen diese Behauptung nicht bestätigt werden konnte, nahm Yukawa ein Jahr später an, daß unbekannte Teilchen, die Mesonen, die Kernkräfte vermitteln. 1937 fand man schon die μ -Mesonen, die sich jedoch nicht als Kernmesonen erwiesen. Letztere wurden 1947 gefunden. Es sind die π -Mesonen, die zwischen Neutronen und Protonen im Kern wirken. Immer mehr Teilchen, wie χ -Mesonen und Hyperonen, wurden entdeckt. Hatte man mit dem Positron schon das erste Antiteilchen – es unterscheidet sich vom Elektron nur durch die Ladung –, so führte die systematische Suche nach den Antiteilchen zur Entdeckung fast aller Antiteilchen der bekannten Teilchen. Die Antiteilchen zeichnen sich dadurch aus, daß sie mit den entsprechenden Teilchen zerstrahlen. Die Anzahl der gefundenen Teilchen wuchs an. Hinzu kam noch die Entdeckung der Resonanzen, bestimmter Zwischenstadien bei der Wechselwirkung von Teilchen, die ebenfalls als Ganze in den physikalischen Reaktionen wirken und deshalb als

Teilchen betrachtet werden können. Insgesamt kennt man heute weit über 100 Elementarteilchen.

Damit wird die alte Frage aktuell: Gibt es eine Grundsubstanz der Materie, die es gestattet, die Vielzahl der Teilchen auf sie zurückzuführen, um zu einer einheitlichen Welterklärung zu kommen? Die Antwort auf diese Frage kann mit den Mitteln der Physik heute noch nicht gegeben werden. Es gibt zwar verschiedene physikalische Konzeptionen, die eine einheitliche Welterklärung anstreben. Dabei handelt es sich bei der gestellten Frage um ein altes philosophisches Problem, von dessen Lösung viele andere Einsichten in philosophische Beziehungen abhängig sind. Deshalb ist es auch philosophisch interessant, das Material zu untersuchen, das die moderne Physik zur Lösung bereitstellt. Noch existiert keine einheitliche Elementarteilchentheorie. Deshalb tragen auch die hier genannten Aussagen zu einer philosophischen Strukturtheorie hypothetischen Charakter. Ausgehend von Experimenten, theoretischen Ansätzen und Vermutungen der Physiker wollen wir einige mögliche philosophische Konsequenzen diskutieren¹.

1. Einheit und Welt und einheitliche Theorien

Es gab in der Geschichte der Physik verschiedene Versuche, eine einheitliche Theorie aller physikalischen Objekte und Beziehungen zu entwickeln. Im 18. und 19. Jh. sollten alle Erscheinungen auf die mechanischen Beziehungen identischer kleinster Teilchen zurückgeführt werden, womit die Einheit der Welt als Einheit mechanischer Beziehungen begriffen und die einheitliche Theorie in der klassischen Mechanik gesehen wurde. Friedrich Engels zeigte die philosophischen Konsequenzen dieses Standpunkts und kritisierte unter Ausnutzung des bis dahin bekannten einzelwissenschaftlichen Materials die versuchte Zurückführung aller qualitativen Unterschiede auf quantitative Beziehungen. Diese Kritik ist sowohl vom wissenschaftshistorischen als auch vom philosophisch-systematischen Standpunkt aus interessant. Wissenschaftshistorisch interessiert vor allem der Vergleich zwischen Engels' Kritik am mechanisch-materialistischen Weltbild und der tatsächlichen weiteren Entwicklung der Wissenschaft. Andererseits kann man untersuchen, ob der von Engels vertretene philosophische Standpunkt zur Einheit von Quantität und Qualität auch auf die heutige Suche nach einer einheitlichen Theorie der Elementarteilchen anwendbar ist.

1 Wir können hier nur einige Probleme betrachten. An anderer Stelle haben wir uns mit einigen anderen Aspekten befaßt. Vgl. dazu H. Hörz, Zu einigen philosophischen Problemen der Theorie der Elementarteilchen. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 7/1965, S. 828 ff.; H. Hörz, Symmetrie – Gesetz – Wechselwirkung. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität. Gesellschaftswiss. und Sprachwissenschaftl. Reihe 4/5/1965; H. Hörz, Werner Heisenberg und die Philosophie. Berlin 1966, S. 216 ff., Philosophische Probleme der Physik der Elementarteilchen, Moskau 1963 (russ.).

Engels kritisierte die Auffassung, man müsse Physiologie, Chemie usw. auf Mechanik reduzieren. Das engt nach seiner Meinung die Gegenstände der nicht-mechanischen Wissenschaften unzulässig ein. Er wies sowohl auf den Zusammenhang der Wissenschaften hin, auf ihre Kontinuität, als auch auf ihren Unterschied, der keine einfache Reduktion gestattet. Engels argumentierte: „In der Physik aber, und noch mehr in der Chemie, findet aber nicht nur fortwährend qualitative Änderung statt infolge quantitativer Änderungen, Umschlag von Quantität in Qualität, sondern auch sind eine Menge qualitativer Änderungen zu betrachten, deren Bedingtheit durch quantitative Veränderung keineswegs erwiesen ist. Daß die gegenwärtige Strömung der Wissenschaft in dieser Richtung sich bewegt, kann gern zugegeben werden, beweist aber nicht, daß sie ausschließlich richtige ist, daß die Verfolgung dieser Strömung die Physik und Chemie erschöpfen wird.“² Engels war als dialektischer Materialist Vertreter des materialistischen Monismus. Aber er versuchte keineswegs, die objektiven qualitativen Unterschiede in ein monistisches Weltbild einzuordnen, indem er der Strömung der Zeit folgte und mit der Mehrheit der Naturwissenschaftler die Reduktion der Qualität auf Quantität forderte. Eben solche qualitativen Änderungen, deren quantitative Bedingtheit nicht erwiesen war, führten später zum Sturz des mechanischen Weltbilds. Denken wir dabei an den Versuch, die elektromagnetische Strahlung mit Hilfe des Äthers zu erklären, oder überhaupt an den Versuch, die Natur des Lichts zu ergründen. Hier war der spätere Ansatzpunkt für Relativitäts- und Quantentheorie, die dann wiederum Ausgangspunkt für den Aufbau einer Elementarteilchentheorie wurden.

Engels konnte die spätere Entwicklungstendenzen der Wissenschaft nicht voraussehen. Aber er analysierte die erreichten Ergebnisse und kritisierte die überschwengliche Gläubigkeit vieler Naturwissenschaftler an die Rückführbarkeit aller Beziehungen auf Mechanik. Für ihn waren die Eigenschaften eines chemischen Elements durch seinen Platz im Periodischen System nicht erschöpfend ausgedrückt. – Wir merken hier schon an, daß wir die Parallele zu dieser Entwicklungsetappe der Chemie in der heutigen Theorie in den Versuchen zur Klassifizierung der Elementarteilchen sehen, die ebenfalls nur einen Teil unseres Wissens von den Elementarteilchen umfassen können. Doch darauf kommen wir noch zurück. – Engels charakterisierte die Konsequenzen der mechanistischen Naturauffassung: „Sie erklärt alle Veränderungen aus Ortsveränderung, alle qualitativen Unterschiede aus quantitativen, und übersieht, daß das Verhältnis von Qualität und Quantität reziprok ist, daß Qualität ebensogut in Quantität umschlägt, wie Quantität in Qualität, daß eben Wechselwirkung stattfindet. Wenn alle Unterschiede und Änderungen der Qualität auf quantitative Unterschiede und Änderungen, auf mechanische Ortsveränderung zu reduzieren sind, dann kommen wir mit Notwendigkeit zu dem Satz, daß alle Materie aus identischen kleinsten Teilchen besteht, und alle qualitativen Unterschiede der chemischen

2 F. Engels, Dialektik der Natur. In: K. Marx/F. Engels: Werke, Bd. 20. Berlin 1962, S. 517.

Elemente der Materie verursacht sind durch quantitative Unterschiede in der Zahl und örtlichen Gruppierung dieser kleinsten Teilchen zu Atomen. So weit sind wir aber noch nicht.“³ Diese Konsequenz der mechanistischen Naturerkundung war vielen Naturwissenschaftlern gar nicht klar, da sie nach Engels sich nur ungenügend um die philosophische Analyse ihres Weltbildes kümmerten. Die Theorie von der absoluten qualitativen Identität der Materie ist, wie Engels richtig bemerkte, weder empirisch widerlegbar noch beweisbar⁴. Das gilt auch noch heute. Zwar wird der Versuch, eine einheitliche Theorie der Elementarteilchen zu finden, nicht mehr mit der Ablehnung qualitativer Unterschiede verbunden. Die Erfahrungen der Wissenschaftsgeschichte haben uns vorsichtig gemacht. Aber manchem Wissenschaftler schwert sicher noch das Ideal einer umfassenden Welttheorie vor. Inwieweit die Elementarteilchentheorie annähernd dieses Ideal verwirklichen könnte, obwohl es überhaupt kein Ideal, sondern eine Illusion darstellt, wollen wir später noch untersuchen.

Die Geschichte gab Engels in bezug auf den mechanistischen Materialismus recht. Es gelang nicht; alle Beziehungen, selbst innerhalb der Physik, auf mechanische zu reduzieren. Wir verweisen hier nur auf die statistische Deutung der Quantenmechanik und die Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelationen, die deutlich den Unterschied zwischen dem Verhalten von klassischen und Quantenobjekten charakterisieren. Damit sind jedoch die Versuche, eine einheitliche Theorie zu finden, nicht generell abgewertet. Erstens gibt es keinen Beweis dafür, daß nicht doch eine andere Grundsubstanz der Materie existiert, deren theoretische Beschreibung eine einheitliche Naturtheorie liefert. Zweitens tragen Einheitsbestrebungen in der Wissenschaft stets heuristischen Charakter. Wenn wir auch keine einheitliche Naturtheorie erhalten, so gab es doch immer allgemeinere Theorien, die bisher getrennt beschriebene Objekte und Beziehungen zusammen erfaßten. Beispiele dafür sind vor allem die Maxwellsche Theorie und später die Quantentheorie, die die absolute Trennung zwischen Welle und Korpuskel aufhob und zu einer Theorie physikalischer Objekte wurde, die sowohl Wellen- als auch Korpuseigenschaften besitzen.

Der nächste große Versuch, eine einheitliche Theorie zu finden, war die Erklärung aller Eigenschaften der Materie auf der Grundlage des elektromagnetischen Feldes Ende des 19. und Anfang des 20. Jh. Die Enge dieser Vorstellung wurde noch schneller deutlich als die Einseitigkeit des mechanistischen Materialismus. Vor allem die Entwicklung der Quanten- und Relativitätstheorie zeigte die Grenzen einer einheitlichen elektromagnetischen Naturtheorie. War die klassische Mechanik noch eine Theorie der Kräfte, die zwischen unveränderlichen Partikeln wirken, so wurde mit der Einführung des Feldbegriffs, der in der elektromagnetischen Theorie eine entscheidende Rolle spielt, der Begriff der unveränderlichen Partikel als des einzigen physikalischen Objekts erschüttert. Es wurden nicht mehr allein Kräfte zwischen Partikeln untersucht, sondern Beziehungen be-

3 Ebenda, S. 517 f.

4 Ebenda.

trachtet und Gesetze struktureller Natur aufgestellt. Die Bedeutung des Feldbegriffs zur Erklärung materieller Vorgänge ließ den Gedanken entstehen, eine einheitliche Feldtheorie der Materie aufzubauen. Einstein und Infeld entwickelten diesen Gedanken. Sie schrieben: „Können wir den Materiebegriff nicht einfach fallenlassen und eine reine Feldphysik entwickeln? Was unseren Sinnen als Materie erscheint, ist in Wirklichkeit nur eine Zusammenballung von Energie auf verhältnismäßig engem Raum. Wir könnten die Materiekörper auch als Regionen im Raum betrachten, in denen das Feld außerordentlich stark ist. Daraus ließe sich ein gänzlich neues philosophisches Weltbild entwickeln, das letztlich zu einer Deutung aller Naturvorgänge mittels struktureller Gesetze führen müßte, die überall und immer gelten. Ein durch die Luft geworfener Stein ist in diesem Sinne ein veränderliches Feld, bei dem die Stelle mit der größten Feldintensität sich mit der Fluggeschwindigkeit des Steines durch den Raum bewegt. In einer solchen neuen Physik wäre kein Raum mehr für beides: Feld und Materie; das Feld wäre als das einzige Reale anzusehen. Diese neue Auffassung drängt sich uns förmlich auf, wenn wir uns die großen Leistungen vor Augen halten, die wir mit der Feldphysik schon vollbracht haben; wenn wir an den gelungenen Versuch denken, die Gesetze der Elektrizität, des Magnetismus und der Gravitation in die Form von strukturellen Gesetzen zu bringen, und wenn wir die Äquivalenz von Masse und Energie berücksichtigen. Letzten Endes haben wir unsere Aufgabe also darin zu sehen, die Feldgesetze so umzumodeln, daß sie auch dort nicht versagen, wo gewaltige Energiemengen konzentriert sind.“⁵

Das war die grundlegende Idee, die den großartigen Einsteinschen Bemühungen zugrunde lag, eine einheitliche Feldtheorie der Materie zu finden. Es war der dritte Versuch, eine einheitliche physikalische Theorie zu entwickeln. Einstein gelang es jedoch nicht, zu physikalischen Resultaten zu kommen. Obwohl also seine konkrete physikalische Konzeption der Geometrisierung aller Felder sich als nicht durchführbar erwies, darf man seinen genialen Grundgedanken nicht einfach verwerfen. Er findet auch heute seine Verteidiger bei verschiedenen Elementarteilchenphysikern. So versucht Heisenberg eine einheitliche Feldtheorie der Elementarteilchen aufzubauen, und in der Quantengeometrodynamik wird wiederum die Geometrisierung physikalischer Vorgänge zur Grundlage der theoretischen Erfassung des Elementarteilchenverhaltens genommen. Es geht also heute um einheitliche Elementarteilchentheorien. Die Tendenzen zum Aufbau solcher Theorien sind aus der geschilderten Mannigfaltigkeit der Teilchen entstanden, die eine fast unübersehbare Fülle von Reaktionen bieten, deren einheitlich theoretische Beschreibung uns die weitere Erforschung und Lenkung ihres Verhaltens erleichtern würden. Das Ziel einer einheitlichen Elementarteilchentheorie ist die Rückführbarkeit der qualitativen Mannigfaltigkeit der Elementarteilchen auf eine Grundsubstanz oder wenige Grundbeziehungen. Das würde die theoretische Beherrschung der Vielzahl von Reaktionen und Eigenschaften mit Hilfe einer Grundgleichung erlauben, wodurch auch theoretische

5 A. Einstein/L. Infeld, Die Evolution der Physik. Hamburg 1956, S. 162.

Vorhersagen über nichtentdeckte Reaktionen und Objekte wahrscheinlich werden. Das wäre der Nutzen für die physikalische Theorie selbst. Eine einheitliche Elementarteilchentheorie würde jedoch auch tiefere Einsichten in andere Forschungsbereiche vermitteln. In chemischen Reaktionen, im Organismus, im Menschen – überall spielen sich Elementarteilchenreaktionen ab. Nebenbei bemerkte ergibt sich hier auch eine Antwort auf die oft gestellte Frage nach dem Nutzen einer Elementarteilchentheorie für das menschliche Leben. Sicher könnte man die Frage einfach damit abtun, daß Grundlagenforschung erst sehr viel später ihre Bedeutung für die menschliche Gesellschaft offenbart. Der sowjetische Physiker I. E. Tamm verweist darauf, daß Heinrich Hertz, der die elektromagnetischen Wellen entdeckte, auf die Frage nach ihrer praktischen Verwendung antwortete: „Sie werden niemals irgendeine praktische Bedeutung haben.“ Einige Jahre später wurde die drahtlose Telegraphie entwickelt. Tamm teilt nicht den Skeptizismus mancher Forscher in bezug auf die Anwendbarkeit einer Elementarteilchentheorie. Erste Ergebnisse liegen nach Tamm schon vor. So gibt es Versuche, an Stelle der Röntgenstrahlung in der Medizin π -Mesonen zu benutzen, die besser zur Beseitigung von bösartigen Geschwulsten geeignet sind. Zu Geschwindigkeitsmessungen bei chemischen Reaktionen können möglicherweise μ -Mesonen dienen⁶.

Es gibt also verschiedene Gründe für den vierten großen Versuch, eine einheitliche Theorie, diesmal der Elementarteilchen, zu schaffen. Eine solche Theorie hätte sowohl theoretischen als auch praktischen Wert.

Die philosophische Analyse neuerer Bestrebungen, unser Naturbild zu vereinheitlichen, muß einen wesentlichen Gedanken berücksichtigen, den Lenin bei der Analyse neuester Ergebnisse der Naturwissenschaften zu Beginn unseres Jahrhunderts aussprach. Er setzte sich mit der Auffassung auseinander, es existiere ein „unveränderliches Wesen der Dinge“, eine „Grundsubstanz“. Das „Wesen der Dinge“ ist nach ihm ebenfalls relativ. Es ist bestimmt durch unser bisheriges Eindringen in die Naturgesetze, in das Verhalten der Objekte und gibt die heute gültige Grenze unseres Wissens an. Nach Lenin beharrt der dialektische Materialismus auf dem relativen Charakter unseres Wissens. „Das Elektron ist ebenso unerschöpflich“, schreibt Lenin, „wie das Atom, die Natur ist unendlich, aber sie existiert unendlich...“⁷ Sollte Lenin eine einfache Teilbarkeit des Elektrons vorgeschwobt haben, so gibt es dafür keine Anzeichen. Wesentlich ist jedoch der allgemeine Gedanke von der unendlichen Kompliziertheit der Materie, die wir zwar erkennen können, aber nie vollständig. Lenins Gedanke von der Unerschöpflichkeit materieller Formen und Beziehungen hat sich zumindest schon sozusagen in der Breite bestätigt. Als Lenin sein Buch schrieb, war nur das Elektron als Elementarteilchen bekannt. Heute kennen wir weit über 100 Elementarteilchen. Die Unerschöpflichkeit in die Tiefe, die in Lenins Bemerkungen

6 Vgl. I. E. Tamm, Die Physik der Elementarteilchen. In: Priroda 6/1965, S. 15 f. (russ.).

7 W. I. Lenin, Materialismus und Empiriokritizismus. In: Werke Bd. 14, Berlin 1962, S. 262.

ebenfalls steckt, kann man jedoch nur als Hinweis auffassen, tieferliegende Beziehungen zu suchen, ohne daß es für ihre Existenz schon Beweise gebe. Viele Physiker deuten die Experimente von *Hofstadter*, der Elektronen an Protonen streute und dabei Abweichungen von dem Verhalten eines punktförmigen Protons erhielt, als Nachweis der Nukleonensubstanz. Wir wollen auf diese Frage im nächsten Abschnitt noch einmal zurückkommen.

Die kurze Betrachtung der Versuche, eine einheitlichen Naturtheorie zu entwickeln, zeigte uns die Problematik, die damit verbunden ist. Bisher sind alle Einheitsbestrebungen gescheitert. Aber deshalb waren sie nicht nutzlos. Einerseits zeigte sich eine objektive Tendenz zu allgemeinen Theorien. Ihre Grundlage ist die materielle Einheit der Welt. Andererseits gibt es bisher keine Beweise für die Existenz einer absoluten Grundsubstanz oder einer letzten Grundbeziehung. Der dialektische Materialismus ergänzte den materialistischen Monismus deshalb durch zwei wesentliche Gedanken: Die Einheit der Welt ist eine Einheit qualitativ verschiedener Materiearten, materieller Formen und Beziehungen. Sie sind miteinander verbunden, können auseinander hervorgehen, aber sind nicht völlig durch Reduktion auf eine Grundsubstanz zu erklären. Es wirken in verschiedenen Bereichen qualitativ verschiedene Gesetze, die Systemgesetze für das Verhalten der Elemente im System darstellen. Der statistische Charakter dieser Systemgesetze läßt keine Reduktion auf dynamische Gesetze der Elemente zu. Das hat die Quantenmechanik schon gezeigt. Wohl aber gibt die Untersuchung der Gesetze für Elemente des Systems auch neue Einsichten in die Gründe für das Wirken der Systemgesetze. So gehen auch die Elementarteilchenprozesse als Elemente in die chemische Reaktion und das Verhalten des Organismus ein. Chemische Reaktion und biologisches Verhalten können deshalb durch eine Elementarteilchentheorie besser verstanden, aber nicht völlig auf die Gesetze der Elementarteilchenreaktionen reduziert werden. Das hieße die Bedeutung der statistischen Gesetze leugnen und zum klassischen Determinismus zurückkehren.

Der zweite Gedanke, durch den der Monismus im dialektischen Materialismus ergänzt wird, ist die Anerkennung der unendlichen Kompliziertheit der Materie. Damit wird der relative Charakter unserer Kenntnisse über die Struktur der Materie betont. Neue Experimente liefern uns neue Einsichten in das Verhalten materieller Objekte. Es handelt sich also hier nicht darum, daß wir das unendliche Universum erkannt hätten oder das Unendliche messen oder beschreiben wollten, was unmöglich ist. Es geht um die Einsicht in die Grenzen unserer Erkenntnis. Wir können stets nur einen bestimmten Bereich des Universums überschauen, die dort existierenden Gesetze erkennen und davon auf unerkannte Bereiche extrapolieren. Im weiteren Verlauf der Erkenntnis werden dann ungerechtfertigte Extrapolationen korrigiert. Solange unsere Experimente also keine der bisherigen Theorie widersprechenden Ergebnisse liefern, stören zu weitgehende Extrapolationen nicht. Das gibt aber auch die Möglichkeit, einheitliche Theorien für alle materiellen Prozesse zu suchen, auch wenn sie sich später nur als einheitliche Theorien für bestimmte Prozesse erweisen. Eben die Erkenntnis von der Existenz objektiver Systeme mit Systemgesetzen, bei denen sowohl

der Veränderung der Elemente als auch von der Einwirkung anderer Systeme unter bestimmten Bedingungen abstrahiert werden kann, erlaubt das Aufdecken objektiver Wahrheiten.

Das Suchen nach einer einheitlichen Elementarteilchentheorie findet seine Begründung in der nachgewiesenen Umwandelbarkeit der Teilchen ineinander. Damit können sie ein sich selbst genügendes System sein, wie es *Chew* mit seiner „bootstrap“-Hypothese ausdrückt, oder Erregungen eines Feldes, das nach *Heisenberg* die Urmaterie darstellt. Die Behauptung, daß es sich beim Feld um die letzte Grundsubstanz der Materie handle, ist eine der nicht zu beweisenden Extrapolationen, die heute keinen Schaden anrichten, da sie bisher ohne praktische Konsequenzen sind. Sie haben im Gegenteil erkenntnisfördernde Bedeutung, da nach ihrer Bestätigung oder Widerlegung gesucht wird, was zur Entwicklung der Theorie beiträgt.

Die bisherigen Bestrebungen nach einem einheitlichen Naturbild lassen folgende Tendenzen der weiteren theoretischen Entwicklung erkennen. Die Suche nach einer einheitlichen Theorie der Elementarteilchen wird verstärkt mit verschiedenen Ausgangshypothesen fortgesetzt. Dabei wird sowohl von Grundpartikeln im Sinne von Grundsubstanzen als auch von Grundbeziehungen als der Grundlage der Theorie ausgegangen. Es gibt Versuche, die bekannten Teilchen aus anderen aufzubauen (*Sakata*, *Markow*, *Gell-Mann* u.a.). Dabei wird vor allem über *Gell-Manns* hypothetische Teilchen mit gebrochenen Quantenzahlen, die „quarks“, diskutiert. Schwierigkeiten macht die schwache Wechselwirkung der Teilchen, die damit nicht voll erfaßt wird. Auch die Einführung gebrochener Quantenzahlen stößt bei einigen Physikern auf Widerstand. Deshalb wurde der Vorschlag gemacht, noch eine neue Quantenzahl einzuführen, die nach *Salam* „charm“ genannt wird und die garantiert, daß die Ladung der Fundamentalteilchen eine ganze Zahl ist. *Heisenberg* versucht mit Grundbeziehungen auszukommen, die er seinem Feldoperator zuschreibt, für den er eine Gleichung formuliert hat. Auch die Quantengeometrodynamik versucht das Beziehungsgefüge der Elementarteilchen zu erfassen. Im Gegensatz zu *Heisenberg* betrachtet sie die raum-zeitlichen Beziehungen als das Einfachste, auf das alles andere zurückgeführt werden kann.

Das Beziehungsgefüge im Elementarteilchenbereich ist kompliziert. Es gibt eine Vielzahl von Teilchen mit verschiedenen Reaktionsmöglichkeiten. Sie wechselwirken stark, elektromagnetisch und schwach miteinander. Jedoch gibt es einen inneren Zusammenhang. Die Teilchen wandeln sich ineinander um. Sie unterliegen verschiedenen Formen der Wechselwirkung, wobei eine Verbindung zwischen Wechselwirkung und Erhaltungssätzen existiert. Je schwächer die Wechselwirkung, desto weniger Erhaltungssätze gelten. Das alles berechtigt zu der Hoffnung, daß trotz qualitativer Unterschiede das Beziehungsgefüge erfaßt werden kann. Von welcher Beziehung her das am besten geschieht, steht heute nicht fest.

Die modernen einheitlichen Theorien berücksichtigen also die qualitative Verschiedenheit der Beziehungen, die wachsende Kompliziertheit des Beziehungs-

gefügtes und die Einheit von Struktur und Prozeß. Um noch mehr zu verdeutlichen, wie man damit von klassischen Vorstellungen über das Objektverhalten und eine einheitliche Naturtheorie abrückte, wollen wir weiter auf das Verhältnis von Struktur und Prozeß eingehen.

2. Struktur und Prozeß im Elementarteilchenbereich

Die Objekte der klassischen Physik waren unveränderliche Partikel, die in der Massenpunktmechanik als nicht ausgedehnte Massenpunkte betrachtet werden konnten. Auch Quantentheorie und Relativitätstheorie arbeiten noch mit punktförmigen Objekten. Die Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls lässt bei völliger Unbestimmtheit des Impulses eine genaue Lokalisierung des Objekts zu. Damit ist die innere Struktur des physikalischen Objekts nicht in die theoretische Analyse einbezogen. Es wird von ihr abstrahiert. Ebenso wie alle Begriffe stellen auch die physikalischen Begriffsbildungen Idealisierungen dar, die unter bestimmten Bedingungen volle Berechtigung haben.

Verschiedene Physikergruppen haben sich damit befaßt, den Begriff der Koordinate im Elementarteilchenbereich zu überprüfen. Immerhin entstehen mit den Forderungen der Relativitätstheorie, die den Bereich der Wirkungen exakt vom Bereich nichtmöglicher Wirkungen trennt, Schwierigkeiten, wenn man ausgedehnte Teilchen betrachtet. M. A. Markov, Heisenberg u.a. haben die Möglichkeit hervor, eine Elementarlänge als Konstante einzuführen. Dabei könnte, nach Markow, ein Widerspruch zur Relativitätstheorie experimentell nicht festgestellt werden, da in einer solchen Elementarteilchentheorie Synchronisation und Lokalisierung der Ereignisse Ungenauigkeiten von der Größenordnung der Elementarlänge aufweisen⁸. Diese Betrachtungen des Koordinatenbegriffs und die Einführung einer Elementarlänge machen die Struktur des physikalischen Objekts selbst zum Problem. Zweifellos ist mit der Einführung einer Elementarlänge noch nichts über eine Struktur der Elementarteilchen gesagt. Die Elementarlänge l_0 würde nur die Gültigkeit der Elementarteilchentheorie auf solche Prozesse beschränken, die sich in Bereichen größer als l_0 abspielen. Über die Vorgänge unterhalb von l_0 wird keine Aussage gemacht. Dort kann es völlig neuartige raumzeitliche Beziehungen geben, auch eine Struktur der Teilchen kann postuliert werden, und viele andere Hypothesen sind möglich. Diese Hypothesen befassen sich mit dem Verhältnis von Struktur und Prozeß, Struktur und Wechselwirkung.

8 M. A. Markow, Hyperonen und K-Mesonen, Berlin 1960, S. 18. Die Struktur der Elementarteilchen verdient gegenwärtig besonders philosophisches Interesse, sowohl wegen der möglichen philosophischen Hypothesen über die Entwicklung der Elementarteilchentheorie, als auch für die notwendige Präzisierung philosophischer Auffassungen zum Verhältnis von Struktur und Prozeß. Im Februar 1965 fand deshalb zum Thema „Die Kategorie der Struktur und der Entwicklung der Physik der Elementarteilchen“ eine Konferenz von Physikern und Philosophen in Dubna statt. Vgl. die Materialien dieser Konferenz, Dubna 1966.

Die philosophische Bedeutung der Methoden und Hypothesen in der Elementarteilchenphysik, die sich mit dem Strukturproblem befassen, liegt m.E. in der möglichen physikalischen Antwort auf die allgemeine Frage: Wie erhalten wir Aussagen über die Strukturbeziehungen in komplizierten Systemen? Die Quantenmechanik hatte mit ihren statistischen Aussagen über das Verhalten der Quantenobjekte die Frage nach dem inneren Mechanismus, der die Quantenbewegung reguliert, nicht beantwortet. Tiefere Einsicht in diesen Mechanismus mußte man von einer zukünftigen Elementarteilchentheorie erwarten. Einige Physiker nehmen dabei einfach an, daß eine zukünftige Theorie zur klassischen Beschreibungsweise zurückkehren würde, indem existierende Subquanten sich nach klassischen Bewegungsgesetzen verhalten. Solche Annahmen sind zwar möglich, haben aber wenig Aussicht auf Erfolg. Terlezki begründete diesen Standpunkt mit dem Gesetz der Negation der Negation. Auf die statistische Negation der klassischen Mechanik solle mit Hilfe der Theorie verborgener Parameter wieder zu klassischen Vorstellungen zurückgekehrt werden. Er benutzt dabei die umformulierte Unbestimmtheitsrelation:

$$\Delta p \cdot \Delta q \gtrsim h F(\Delta q),$$

wobei $F \rightarrow 1$ für $\Delta q \gg l_0$,

$$F \rightarrow 0 \text{ für } \Delta q \ll l_0;$$

l_0 ist die Elementarlänge. Gegen diese Formulierung können tatsächlich keine physikalischen Gründe vorgebracht werden, wie Terlezki meint⁹.

Damit gilt die Unbestimmtheitsrelation für die Prozesse im Bereich, der größer als die Elementarlänge ist, aber nicht mehr unterhalb von l_0 . Für die Struktur der Elementarteilchen wird also die Unbestimmtheitsrelation aufgehoben. Dort wirken Gesetze des klassischen Felds. Diese Konzeption berücksichtigt nicht die sich in den bisherigen Ergebnissen schon andeutenden Tendenzen zu einer neuen Strukturauffassung. Nach der Theorie der verborgenen Parameter gibt die Quantenmechanik den statistischen Rahmen für klassisch-deterministisches Strukturverhalten. Damit kann jedoch schwerlich der Zusammenhang einleuchtend geklärt werden, der zwischen dem statistischen Verhalten der Quantenobjekte und dem klassisch-deterministischen Verhalten der Strukturelemente der Elementarteilchen besteht. Das Neue an der Quantenmechanik war, daß sie die Wechselwirkung der Teilchen besser erfaßte, die absolute Individualität der Teilchen aufhob und die dynamische Beschreibung des Einzelteilchens als Illusion zeigte. Kein Teilchen existiert unabhängig von den anderen. Wesentlich wird also die Untersuchung des Beziehungsgefüges und nicht die erneute Auflösung der fest-

9 J. P. Terlezki, Zur Frage der räumlichen Struktur der Elementarteilchen. In: Philosophische Probleme der Physik der Elementarteilchen, Moskau 1963, S. 106 (russ.). Kritisch setzt sich W. S. Barashenkov mit dem Standpunkt von Terlezki auseinander. Vgl. Fragen der Philosophie 5/1966 S. 93 ff.

gestellten Beziehungen in Objekte, die von dynamisch sich verhaltenden Subquanten konstituiert werden.

Die Berufung auf das Gesetz der Negation der Negation hilft hier nicht weiter. Dieses Gesetz existiert in Entwicklungsprozessen, also auch in der Entwicklung des Denkens. Die in der Negation der Negation postulierte Rückkehr zum Alten ist nur scheinbar, weil sie in Wirklichkeit die Höherentwicklung der Erkenntnis ausdrücken muß. Eben die durch die statistische Deutung der Quantenmechanik bereits erreichte Einsicht würde jedoch bei einer vereinfachten Interpretation des Erkenntnisprozesses als Rückkehr zum Alten, wenn auch mit einigen neuen Aspekten, verlorengehen. So wurde Newtons Korpuskelauffassung des Lichts in der Wellentheorie negiert und als Negation der Negation die Quantenmechanik erreicht. Sie ist jedoch keine reine Korpuskeltheorie, sondern berücksichtigt auch die Welleneigenschaften des Lichts. Diese Bemerkungen mahnen also zur Vorsicht vor vereinfachten Auffassungen von philosophischen Gesetzen und ihrer Benutzung als Argumente im Meinungstreit.

Im vorhergehenden Abschnitt habe ich auf der Bedeutung der qualitativen Unterschiede und der unendlichen Kompliziertheit der Materie bei der Suche nach einer einheitlichen Theorie verwiesen. Beide Momente hindern den Aufbau einer einheitlichen Theorie nicht, da Systeme mit bestimmter Struktur existieren, deren Systemgesetze erfaßt werden können. Es gibt jedoch philosophische Einwände gegen eine einheitliche Theorie der Elementarteilchen, die auf der Annahme dynamischen Verhaltens von Strukturelementen, etwa der Subquanten, beruhen, die jedes Elementarteilchen konstituieren sollen. Zweifellos entscheidet letzten Endes die Physik, aber auch philosophische Argumente sind dabei überlegenswert. Die These von der unendlichen Kompliziertheit der Materie würde für die Struktur der Elementarteilchen bedeuten, daß in das Verhalten des Elementarteilchens unendlich viele Parameter eingehen, angefangen von der Einwirkung des Universums bis zu den möglichen Strukturlementen der Teilchen selbst. Diese dynamisch nie vollständig zu erfassende Vielzahl von Parametern läßt uns das Einzelteilchen wegen seiner Wechselwirkung nie vollständig (absolut-exakt) beschreiben. Wir haben jedoch Erhaltungssätze, Gleichungen usw. für das Verhalten von Teilchengruppen. Wir wissen etwas über die Wechselwirkung der Nukleonen mittels der π -Mesonen, über mögliche Zerfallsreaktionen der Teilchen usw. Wir begreifen also die Eigenschaften der Teilchen aus ihrer Wechselwirkung. Indem wir jede Teilchenart immer wieder verschiedenen Bedingungen aussetzen, lernen wir aus ihrem Verhalten immer neue Eigenschaften kennen. Die Eigenschaften kommen den Teilchen also nicht an sich zu, sondern offenbaren sich in der Wechselwirkung, im Prozeß.

Man kann das statistische Verhalten der Quantenobjekte auch als Hinweis auf die Struktur der wirkenden Teilchen verstehen, die dieses Verhalten bedingt. In der Struktur selbst wird sich jedoch die Einheit mit der Wechselwirkung noch verstärken. Da wir nur mit Hilfe der Elementarteilchen in der Lage sind, die Elementarteilchen zu erforschen, schließen wir nicht nur von der Wechselwirkung der Teilchen auf die äußere Verhaltensweise der Teilchen, sondern auch auf ihre

innere Struktur. Einen solchen Schluß lassen beispielsweise die Experimente *Hofstadters* zu, die als Nachweis der Nukleonstruktur gedeutet werden können. Sollte sich das bestätigen, dann wären wir durch indirekte Beobachtung der Wirkungen der Struktur zur Kenntnis über die Struktur gelangt.

Im Gegensatz zu *Terlezki* nimmt deshalb eine große Anzahl von Physikern an, daß sich die statistischen Elemente in der Elementarteilchentheorie noch verstärken werden. Wird in der Quantentheorie noch die genaue Lokalisierung des Objekts zugelassen, so meinen *Tamm, Dirac, Heisenberg* u.a., daß der Begriff der Koordinate im Elementarteilchenbereich nicht anwendbar ist. Es soll dort eine neue Art der Unbestimmtheit wirken, die der Koordinate allein zukommt¹⁰.

Um das Verhältnis von Struktur und Wechselwirkung zu klären, wurden verschiedene physikalische Konzeptionen entwickelt. Für *Heisenberg* gibt es keine isolierten Teilchen mit bestimmter Struktur. Sie sind alle nur Erregungen des Felds. Interessant ist die von *Chew* aufgestellte Hypothese, nach der zwischen den Teilchen die Wechselwirkung durch Felder vermittelt wird, die selbst wieder Quanten, also Teilchen besitzen. Zwischen diesen Quanten wirken wieder Felder mit Quanten. Da in diesem System die Ausgangsteilchen wieder auftauchen, genügt es sich selbst. Das Paradoxe besteht hier darin, daß aus nichtteilbaren Elementarteilchen durch Umwandelbarkeit ineinander alle anderen teilbaren Objekte aufgebaut sein sollen. Auch hier gibt es keine Struktur des Einzelteilchens, sondern jedes Teilchen existiert überhaupt nur durch die anderen.

Noch sind die Strukturbetrachtungen zuwenig mit experimentellem Material fundiert. Die Hauptanstrengungen gelten heute einer Klassifizierung der Elementarteilchen nach Symmetrieprinzipien. Die dabei von *Gell-Mann* vorgenommene Klassifizierung nach Multipletten hat erste Erfolge zu verzeichnen. Sie führte zur Entdeckung des vorausgesagten Omega-minus-Hyperons. Nach *Tamm* hat diese Klassifizierung jedoch nur phänomenologischen Charakter¹¹. Sie gibt uns noch keine Kenntnis von dem Mechanismus des Verhaltens der Elementarteilchen. Wir verweisen hier noch einmal auf die Engelschen Gedanken zum Periodischen System der Elemente. Wie dort, hilft auch hier eine Systematisierung der Teilchen erst einmal weiter. Sie ist jedoch noch keine vollständige Theorie. Die Theorie für das Periodische System lieferte erst die Quantenmechanik. Sie ließ jedoch die Frage nach der Struktur der Quantenobjekte offen. Auch eine Systematik der Elementarteilchen verlangt eine zugrunde liegende Theorie, die das Strukturverhalten der Elementarteilchen klären muß. So haben wir in der Erkenntnis ein Nacheinander von phänomenologischer Klassifizierung und theoretischer Erklärung, wobei die Erklärung selbst wieder Fragen offen läßt, die erneut zur Systematisierung neuer Elemente und ihrer theoretischen Erklärung führen. Dabei ist heute die Frage noch nicht zu beantworten, ob die Elementarteilchen wirklich die letzten materiellen Elemente sind. Ich glaube das nicht. Es

10 Vgl. I. E. Tamm, Elementarteilchen. In: Ins Innere des Atoms, Moskau 1964, S. 26 f. (russ.).

11 Vgl. I. E. Tamm, Die Physik der Elementarteilchen. A.a.O., S. 14.

wäre jedoch verfehlt, nur nach elementaren Bausteinen zu suchen. Es können auch neue physikalische Objekte gefunden werden, die sich von den bekannten durch völlig neuartige, ungewöhnliche Eigenschaften unterscheiden, wobei die Wechselwirkung zwischen den bekannten und den neuen Teilchen zu solchen Reaktionstypen führt, die vielleicht zur Klärung bestimmter kosmischer Rätsel beitragen¹². Größere Beschleuniger und damit neues experimentelles Material können uns jedoch hier erst weiterhelfen. Schon aus den wenigen Bemerkungen zeichnen sich wenige neue Züge im Verhältnis von Struktur und Prozeß ab.

Struktur und Prozeß, Teilchen und Wechselwirkung bilden eine Einheit, die auch in physikalischen Konzeptionen zum Aufbau einer neuen Theorie zum Ausdruck kommen muß. Die absolute Individualität physikalischer Objekte ist eine zu große Idealisierung, um dem Verhalten der Elementarteilchen damit gerecht zu werden. Die Erforschung der Struktur kann nur durch äußere Einwirkung auf Teilchen mit Hilfe anderer Teilchen erfolgen, ebenso wie die Eigenschaften der Teilchen nur aus der Wechselwirkung der Teilchen untereinander begriffen werden können. Es gibt keine Eigenschaften, die den Teilchen an sich zugesprochen werden könnten. Damit erhält jedes Teilchen seinen Platz als Element im System der Elementarteilchen. Die Struktur der Teilchen muß seinen Ausdruck im Systemverhalten finden, weshalb auch von dort auf die Struktur geschlossen werden kann. Wir erforschen also auch nicht direkt die Struktur, sondern schließen vom Systemverhalten, von der Wechselwirkung auf die Struktur der Teilchen. Ungeklärt ist dabei, ob Einzelteilchen eine eigene Struktur besitzen oder die Struktur des Systems der Elementarteilchen auch die Struktur des Einzelteilchens ist.

Damit verändert sich auch das Verhältnis von Objekt und Beziehungen. War es die Aufgabe der klassischen Mechanik, die Kräfte zwischen unveränderlichen Partikeln zu finden, um die Bewegung der Teilchen zu erfassen, so ist es die Aufgabe der modernen Physik, das Beziehungsgefüge aufzudecken, das den sich ineinander verwandelnden Teilchen zugrunde liegt. Im Vordergrund steht nicht mehr das Objekt, gar das Teilchen an sich, sondern die Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen eines Systems. Die Elemente, eben die Elementarteilchen, existieren erst durch die Beziehungen zu anderen Teilchen. Wir erklären also Teilchen mit Hilfe ihrer Beziehungen.

Existierten früher verschiedene Beziehungen nebeneinander, z.B. Bewegung der Objekte und Raum und Zeit, so bildet sich jetzt immer mehr die Erkenntnis des einheitlichen Beziehungsgefüges heraus. Raum-Zeit und Bewegung materieller Objekte als Einheit von Struktur und Prozeß erweisen sich immer mehr als innerlich zusammenhängend. Die Raum-Zeit wird durch die Bewegung materieller Objekte konstituiert, wodurch die marxistische Auffassung von der Raum-Zeit als Existenzform der Materie eine neue Deutungsmöglichkeit erhält¹³. Man

12 Vgl. Priroda 7/1966 S. 41 ff.; S. 119 f. (russ.).

13 Blochinzew stellte auf der Konferenz in Dubna 1965 die Frage, ob Raum und Zeit die einzigen Existenzformen der Materie seien. Vgl. die Kategorie der Struktur und die Entwick-

kann nun die Struktur des Elementarteilchensystems zuerst phänomenologisch in einem Klassifizierungsschema erfassen, muß jedoch dann zur Erklärung des Schemas fortschreiten. Dabei kann sowohl mit Hilfe der Raum-Zeit als auch mit Hilfe der materiellen Bewegung von Objekten oder anderen Beziehungen versucht werden, das gesamte Beziehungsgefüge zu erfassen.

Durch die Einheit von Struktur und Prozeß erhält auch die Teilbarkeit physikalischer Objekte eine Einschränkung. Man teilte den Stoff und erhielt das Molekül, das man bis zum Element oder Atom teilte, um die Elementarteilchen zu bekommen. Man könnte nun annehmen, man müsse das Elementarteilchen teilen, um die innere Struktur des Teilchens zu erkennen. Wir wissen nicht, ob die Struktur existiert. Wir wissen aber, daß die Teilchen sich ineinander verwindeln. Sollten Strukturelemente existieren, so wären es zugleich Elemente verschiedener Teilchen, deren Verhalten das Elementarteilchenverhalten bestimmt. Hier muß die Erforschung der Struktur über die Elementarteilchenprozesse erst noch weiter voranschreiten, ehe eine philosophische Aussage auf der Grundlage von gesicherten physikalischen Strukturauffassungen möglich sein wird.

3. Elementarteilchen und Kosmologie

Zweifellos sind die Beziehungen zwischen Elementarteilchenprozessen und astronomischen Vorgängen sehr eng. *Ambarumjan* verweist darauf, daß wir mit Hilfe von Elementarteilchen viele Nachrichten aus dem Kosmos erst erhalten. Auch die Struktur der kosmischen Materie besteht aus Elementarteilchen. Vorgänge innerhalb der Sterne, die Sternentstehung und -vernichtung können nur mit Hilfe von Vorstellungen aus dem Elementarteilchenbereich erklärt werden usw. *Ambarumjan* betont jedoch zugleich die qualitativ neuartigen Effekte, die in der Astronomie durch Zusammenballung von vielen Elementarteilchen entstehen. Das sind statistische Gesetze, die die physikalischen Eigenschaften der kosmischen Materie bestimmen, wobei thermodynamische Erscheinungen auftreten und Effekte, die mit den Anziehungskräften verbunden sind¹⁴. Das soll wiederum nur das bestätigen, was wir über die Einheit und den Unterschied zwischen qualitativ verschiedenen Prozessen sagten. Zugleich wird damit das Problem gezeigt, die wirkliche Verbindung zwischen Elementarteilchentheorie und Kosmologie zu finden. Es ist die alte erkenntnistheoretische Frage, ob man

lung der Physik der Elementarteilchen, Dubna 1966 S. 4. Diese Frage würden wir aufgrund der hier entwickelten Auffassung über das vorhandene Beziehungsgefüge, das reichhaltiger als die raum-zeitlichen Beziehungen ist, verneinen. Hinzu kommt natürlich, daß sich auch unsere Auffassungen über Raum und Zeit gewandelt haben. Vgl. A. Griese und R. Wahsner. Zur Ausarbeitung einer philosophischen Raum-Zeit-Theorie. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 6/67 S. 691 ff.

14 Vgl. W. A. Ambarumjan, Probleme der modernen Astronomie und die Mikrophysik. In: Philosophische Probleme der Elementarteilchenphysik, Moskau 1963, S. 36 ff.

Systeme mit inneren Gesetzen aus dem Zusammenhang herauslösen und damit relativ richtig erkennen kann. Geht das nicht, dann wäre keine Erkenntnis möglich. Zwar drückt sich in jedem Elementarteilchen der Zustand des Kosmos aus, aber wir brauchen nicht jede Beziehung des Elementarteilchens zu erkennen, um etwas über die Elementarteilchen aussagen zu können. Sind die im System vorhandenen Beziehungen stark genug, dann schaffen sie eine relative Isolierung des Systems von anderen materiellen Bereichen. Es gibt aber bestimmte wesentliche Beziehungen, die nur aus der Beziehung mit anderen Vorgängen erklärt werden können. Dazu gehört die Asymmetrie in bezug auf Teilchen und Antiteilchen.

Philosophisch interessant ist dabei, daß man offensichtlich kein System nur aus sich heraus erklären kann. Immer wieder treten Effekte auf, die nur aus tieferliegenden Strukturen oder mir Kräften erklärt werden können, die außerhalb des Systems existieren. Denken wir nur an die bereits vor *Einstein* stehende Problematik. Im rotierenden Koordinatensystem existieren gegenüber den Inertialsystemen neue Kräfte, Zentrifugal- und Corioliskräfte. Zu ihrer Erklärung wird zwischen der Rotation bestimmter Systeme und der Rotation des Universums unterschieden. Im letzteren Fall treten keine physikalischen Wirkungen auf, während bei der Rotation von einzelnen Systemen die Entstehung von Coriolis- und Zentrifugalkräften durch die Einwirkung der nicht mit dem System rotierenden entfernten Massen erklärt wird. Damit werden auftretende Effekte im System durch die Beziehung des Systems mit anderen Systemen erklärt.

Heisenberg schließt an diesen Gedankengang folgende Überlegung für die Elementarteilchentheorie an. Die Verletzungen von Symmetrien, beispielsweise die Nichterhaltung des Isospins bei elektromagnetischer Wechselwirkung, will er auf ähnliche Weise erklären wie *Einstein*. Da der Isospin bei starker Wechselwirkung erhalten bleibt, muß in seiner nichtlinearen Spinortheorie einerseits die Invarianz gegenüber der Isospingruppe gesichert und andererseits verletzt sein. Da die Verletzung der Invarianz gerade bei den Kräften mit großem Wirkungsradius auftritt, betrachtet *Heisenberg* das als Einwirken entfernter Massen des Universums. Er erhält also auch durch die Beziehung mit dem Universum eine Erklärung für bestimmte Effekte im Elementarteilchenbereich. Er schließt daraus, daß man die Kosmologie auf jeden Fall in der Elementarteilchentheorie berücksichtigen müsse¹⁵.

Auch bei *Iwanenko* finden wir den Gedanken, eine einheitliche Elementarteilchentheorie unter Beachtung kosmologischer Bedingungen aufzubauen. Dazu gehören vor allem die Asymmetrie zwischen Teilchen und Antiteilchen in unserem Bereich des Universums und die Expansion des Weltalls. Er meint, beide Erscheinungen besitzen vielleicht einen inneren Zusammenhang und erklären sich gegenseitig¹⁶.

15 W. Heisenberg, Bemerkungen zur Einsteinschen Konzeption einer einheitlichen Feldtheorie. In: Einstein und die Entwicklung des physikalisch-mathematischen Denkens, Moskau 1962, S. 67 f. (russ.).

16 Vgl. D. D. Iwanenko, Gravitation und die Möglichkeit einer einheitlichen Theorie. In: Probleme der Gravitation, Tbilissi 1965 (russ.).

Wir kommen jetzt wieder zu unserer Frage nach der Rolle relativ selbständiger materieller Systeme zurück. Früher wurde die philosophische These vom universellen Zusammenhang unkritisch als gleichzeitiger Zusammenhang vor allem mit allem verstanden. Die Einsteinsche Kritik an der Gleichzeitigkeit verlangte, in den Begriff des Zusammenhangs die Zeit miteinzuführen, wodurch nur das in der Zeit miteinander zusammenhängt, was durch materielle Prozesse aufeinander einwirken kann. Daraus ergibt sich auch die Möglichkeit, daß materielle Systeme nur in unendlicher Zeit miteinander zusammentreffen bzw. aufeinander einwirken können. Man muß deshalb die These vom objektiven Zusammenhang dahingegeng präzisieren: Es gibt keinen Bereich materieller Prozesse, der nicht mit anderen Bereichen durch Wechselwirkung verbunden wäre. Hier wird nur etwas über die direkte Umgebung ausgesagt. Falsch wäre es zu sagen: Jeder Bereich ist mit allen anderen Bereichen verbunden¹⁷. Hinzu kommt nun noch ein neues Moment durch die Einsteinschen und Heisenbergschen Gedanken. Betrachtet man ein relativ isoliertes System, dann kann man das übrige Universum als die außerhalb des Systems existierenden Beziehungen zusammenfassen. Der objektive Zusammenhang äußert sich im System nur durch Effekte, die nicht im System selbst geklärt werden können. *Heisenberg* versucht, die Erklärung im Universum zu finden. Offensichtlich ist das ein Ausdruck dafür, daß wir die Ursachen für die Effekte nicht kennen. Es ist deshalb nur ein erster Schritt wissenschaftlicher Erkenntnis, Wirkungen des Universums auf das System der Elementarteilchen anzunehmen, um die Verletzung der Invarianz zu erklären.

Sicher gibt es auch noch andere Wege, um diese Effekte zu erklären. Man kann im System selbst vorhandene tieferliegende Symmetrien suchen. Auch das wird gemacht. Aber mir scheint, daß noch viel zuwenig die Möglichkeit ins Auge gefaßt wurde, die Symmetrie als eine Idealisierung aufzufassen, die dem Stand unserer heutigen Erkenntnisse nicht voll gerecht wird. Der Versuch, das Universum mit relativ isolierten Systemen zu konfrontieren, ist nichts anderes als eine mögliche Erklärung für auftretende Asymmetrien. Die Richtung in jedem Einzelprozeß kann man im Gesetz beseitigen. Aber seit dem Entropiesatz und der Auffassung von der Expansion des Weltalls wird das Suchen nach Gesetzen für die Asymmetrie, für die Gerichtetheit von Prozessen immer mehr zur Notwendigkeit. Sie können uns die mögliche Klärung der Einheit von Symmetrie und Asymmetrie des objektiven Zusammenhangs liefern. Die Symmetrieforderung ist für die Entwicklung der Wissenschaft ein heuristisches Prinzip, das stets zu erstaunlich neuen Einsichten geführt hat und führen wird. Aber die anwachsende

17 Hier werden nur materielle Wechselwirkungen betrachtet. Sicher schließen Strukturerforschungen der Raum-Zeit auch solche Gedanken nicht aus, wie sie von H.-J. Treder über einen möglichen Fernparallelismus (Faserung) der Raum-Zeit geäußert werden. Damit kommen wir wieder zu der Beziehung zwischen physikalischen Prozessen und Raum-Zeit-Strukturen, die philosophisch noch wenig untersucht sind. Vgl. dazu H.-J. Treder, Lorentz-Gruppe, Einstein-Gruppe und Raumstruktur. In: Entstehung, Entwicklung und Perspektiven der Einsteinschen Gravitationstheorie. Berlin 1966 S. 57 ff.

Verletzung von Symmetrieprinzipien macht doch eine eingehende Analyse des Verhältnisses von Symmetrie und Asymmetrie erforderlich. Auch hier könnte sich der objektive Zusammenhang als komplizierter erweisen, als wir das bisher annahmen. Die Erklärung für Asymmetrien allein in der Einwirkung des Universums auf spezielle System zu suchen, kann nur der Ausgangspunkt für weitere Betrachtungen sein, die uns das Verhältnis der Elementarteilchen besser begreifen lassen.

Wir wollen neben der notwendigen Präzisierung unserer Auffassung vom objektiven Zusammenhang im Hinblick auf das Verhalten von Symmetrie und Asymmetrie noch eine andere philosophische Beziehung betrachten. Die Relativitätstheorie brachte durch die Untersuchung des Verhältnisses zwischen Massen und der Raum-Zeit eine prinzipielle Änderung unserer Raum-Zeit-Vorstellungen mit sich. Heute wird durch die Beziehung zwischen Kosmologie und Elementarteilchentheorie die Raum-Zeit-Problematik noch interessanter. Es gilt das Gemeinsame und den Unterschied in den raum-zeitlichen Beziehungen im Kosmos und im Elementarteilchenbereich zu finden. Dabei könnte eine primitiv verstandene Auffassung der Raum-Zeit als Existenzform der Materie hemmen, wenn man diese Engelsche und Leninsche These mit Hilfe des Inhalt-Form-Verhältnisses interpretiert. Hier geht es nicht um die Inhalt-Form-Dialektik, die die Beziehung zwischen Materie und Raum-Zeit nicht richtig wiedergibt, da der Inhalt dann eine materielle Substanz sein müßte. Die alte Inhalt-Form-Dialektik tritt uns heute in der Beziehung zwischen Element-Struktur-System-Funktion entgegen. Uns interessiert dabei nur die Beziehung zwischen Element und System. Einerseits haben wir es in der Kosmologie mit dem Kosmos als System und den kosmischen Objekten als Elementen, andererseits mit dem Elementarteilchensystem zu tun. Vom Elementarteilchensystem haben wir schon betont, wie eng das Beziehungsgefüge ist, das wir erkennen müssen, um die Struktur dieses Systems zu begreifen. Zu dieser Struktur gehören auch die raum-zeitlichen Beziehungen. Wurde bis ins vergangene Jahrhundert noch der Gedanke eines absoluten Raumes und der absoluten Zeit vertreten, so hat die Relativitätstheorie unsere Vorstellungen revolutioniert. Sie erkannte die Abhängigkeit der Raum-Zeit von materiellen Systemen. Insofern können wir heute jedem materiellen System, dem bekannten Teil des Universums, den Elementarteilchen, den Bereichen unter 10^{-13} cm usw. eigene raum-zeitliche Beziehungen zuordnen. Ob wir sie schon kennen, spielt dabei keine Rolle. Die Revolution unserer Raum-Zeit-Vorstellung ist damit m.E. nicht vollendet. Wir brauchen eine einheitliche Raum-Zeit-Theorie, die die Veränderung der Raum-Zeit im entsprechenden System sowie den Übergang von einem System zum anderen berücksichtigt. Eben darum wird auch unter den Physikern gestritten. Dabei muß der Ansatz der Quantengeometrodynamik nicht unbedingt Erfolg bringen. Aber er ist einleuchtend und könnte die Beziehung zwischen Bewegung, Materie und Raum-Zeit neu klären, was philosophisch sehr interessant wäre.

Wir fassen die Raum-Zeit als Teil des Beziehungsgefüges in materiellen Systemen, als Struktur eines Systems. Diese Struktur unterliegt der physikalischen

Forschung. Viele interessante Gedanken wurden bereits über die möglichen Strukturen der Raum-Zeit und ihren Zusammenhang mit den physikalischen Prozessen geäußert. Dabei wird einerseits der Begriff des Raumes immer mehr verallgemeinert und in der Einheit mit der Zeit betrachtet. Andererseits halten wir an der Vorstellung dreidimensionaler physikalischer Räume fest. Auch die Präzisierung der Begriffe Raum und Zeit bedarf deshalb noch großer Anstrengungen. Erst dann kann auch ihr Platz im Beziehungsgefüge genauer bestimmt werden¹⁸. Diese Seite des Beziehungsgefüges kann, wie wir schon betonten, Grundlage zur theoretischen Erfassung anderer Seiten, beispielsweise der Bewegung sein. Die Bewegung materieller Objekte könnte dann als Veränderung der raum-zeitlichen Struktur des Systems erfaßt werden.

Wir hatten dabei vor allem die Einheit von raum-zeitlichen Beziehungen im Kosmos und im Elementarteilchenbereich und die Einheit von Bewegung und Raum-Zeit in einem System im Auge. Diese Einheitsbetrachtung kann erkenntnisfördernd wirken. Man darf jedoch trotz allem nicht den qualitativen Unterschied zwischen den Systemen und zwischen den verschiedenen Strukturelementen vernachlässigen.

Uns ging es hier in erster Linie um die Raum-Zeit als Teil der Struktur eines Systems, wobei sie auch Existenzform des Systems ist. Hier wird Form nicht als Gestalt des Inhalts verstanden, sondern als Art und Weise der Beziehungen von Elementen in einem System.

Zum Abschluß möchten wir noch einmal betonen, daß wir nur einige Probleme andeuten konnten, die mit der philosophischen Analyse der Elementarteilchentheorie zusammenhängen. Wie jede einzelwissenschaftliche Denkweise, so kann auch die Elementarteilchenphysik befriedend auf die Entwicklung philosophischen Denkens einwirken. Sie hilft bei der Präzisierung von Standpunkten, bei der besseren Definition bestimmter Kategorien und bei der Aufdeckung neuer Beziehungen. Die philosophische Analyse kann dagegen auch dem Einzelwissenschaftler Denkanregungen für seine weitere Arbeit geben.

¹⁸ Vgl. dazu H.-J. Treder, Die Eigenschaften physikalischer Prozesse und die geometrische Struktur von Raum und Zeit. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 5/1966; A. Griese und R. Wahsner, Zur Ausarbeitung einer philosophischen Raum-Zeit-Theorie. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 6/1967.

E. D. Bljacher, L. M. Volynskaja (Duschanbe, Tadshikistan)

Die Verallgemeinerung des physikalischen Weltbildes als historisches Moment des Erkenntnisprozesses

Aus: *Fragen der Philosophie (Woprosy filozofii)*, Moskau 1971, Heft 12, S. 103–113

Die Frage, inwieweit das Subjekt im physikalischen Erkenntnisprozeß eine konstruktive Rolle spielt, gehört heute zu den brennendsten Fragen.

Diese Frage fand über zwei Kanäle Eingang in den Kreis der philosophischen Probleme der modernen Physik.

Über den ersten – offensichtlichen – Kanal tritt das Problem der Dimensionen ein: der Dimensionen der kanonisch miteinander verbundenen Größen im Mikrokosmos und der geochronometrischen Dimensionen in den Theorien von Raum und Zeit.

Hier jedoch kann das Problem des Subjekts nicht die Schärfe gewinnen, welche gewöhnlich als Indikator für seine Lösbarkeit dient, da es ja eine Kompromißlösung zuläßt. Für die gnoseologische Lösung der Schwierigkeiten, die im Problem der Dimensionen enthalten sind, kann man sich mit der „Abstraktion des Subjekts“ begnügen – mit dem Hinweis auf ein gewisses „wahrnehmendes Bewußtsein überhaupt“, auf einen „Erforschenden als solchen“. Das Erfassen dieses „Bewußtseins“ oder des „Erforschenden“ als eines konkret-historischen, sozial determinierten Menschen ist hier überflüssig und wird durch die Theorie der Dimensionen nicht ausdrücklich berücksichtigt.

Der zweite Kanal ist nicht offensichtlich. Über diesen Kanal tritt das Problem der Systematisierungsebenen des physikalischen Wissens und der Genese der physikalischen Theorien ein.

Eine dieser Systematisierungsebenen des physikalischen Wissens ist das physikalische Weltbild. Dieser Terminus erlangte erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit „Bürgerrecht“ als besondere gnoseologische Kategorie¹.

Die mit der Einführung des physikalischen Weltbildes als gnoseologische Kategorie verbundene Paradoxie der Situation besteht in folgendem: die Einführung des physikalischen Weltbildes als Systematisierungsebene des Wissens verfolgt das Ziel, das historische Fortschreiten des Wissens in den Termini „Objekt – Objekt der Objektbeziehungen“ darzustellen, mit anderen Worten, es als Resultat der immanenten Wechselbeziehungen der verschiedenen objektiven Systematisierungsebenen des Wissens darzustellen, bei der Einschätzung dieser Wechselbeziehung ohne Analyse der Natur des Bewußtseins, in dem sie entsteht, auszu-

1 Diese Wortverbindung fand mindestens seit dem Ende des 19. Jh. eine ziemlich breite Anwendung, aber nicht als strenger Terminus der Gnoseologie, sondern als sehr ungenaue, bildlich-beschreibende Bezeichnung für die Gesamtheit der fundamentalen Ideen und Intentionen der Physik.

kommen, dieses Bewußtsein aus dem eigentlichen Entwicklungsprozeß des physikalischen Wissens auszuklammern und die historische Dynamik des Wissens auf seine strukturelle Statik zu reduzieren.

Gegenwärtig scheint dieses Ziel erreichbar zu sein.

Die Erfolgsillusion wird jedoch durch folgende Überlegung zunichte gemacht: das physikalische Weltbild wurde als gnoseologische Kategorie eingeführt, weil man erkannte, daß man mit der statischen Betrachtung des Wissens nicht zufrieden sein konnte. Das erzielte Resultat hingegen konstatiert volles Vertrauen zu den ausgeprägten Stereotypen der statischen Selbstreflexion der Wissenschaft. Anders ausgedrückt, das Ergebnis der Einführung dieser Kategorie ist trivial, sie ist (so wie sie eingeführt ist) überflüssig und erlaubt die Anwendung des „Ockhamschen Rasiermessers“.

Der Versuch, das physikalische Weltbild zur Ausklammerung des Subjekts zu benutzen, bedeutet in Wirklichkeit die Ausklammerung der wesentlichen Parameter des historischen Wissensprozesses, derselben Parameter, deren Aufdeckung einzig die Einführung einer neuen Kategorie in die Gnoseologie rechtfertigen kann. Und diese Parameter müssen erst aufgedeckt werden.

Das Bild der inneren Selbstbewegung des Wissens, das mit Hilfe des physikalischen Weltbildes gezeichnet wird, und entsprechend die „Arbeit“ dieser Kategorie werden in zwei Varianten dargestellt.

Das von M. V. Mostepanenko² vorgeschlagene Verfahren besteht darin, daß nichtinterpretierte Beobachtungsdaten (Empirien) in den Bereich der Philosophie gebracht werden und dann innerhalb deren Kategorienapparates eine Interpretation erhalten; diese Schicht von interpretierten Daten bildet das physikalische Weltbild. Auf ihrer Grundlage geht die weitere Herausbildung der physikalischen Theorie vonstatten. In dem von V. F. Černovolenko³ vorgeschlagenen Verfahren nimmt das physikalische Weltbild den Platz von metatheoretischen Schichten des Wissens ein, so daß hier nicht die Philosophie als Arsenal des Kategorienapparates dient, sondern die Weltanschauung, die im Vergleich zur Philosophie als die breiteste Systematisierungsebene des Wissens angesehen werden kann. Das physikalische Weltbild verbindet die Weltanschauung mit den in höherem Maße formalisierten Ebenen des physikalischen Wissens, ebenso wie ein beliebiges „spezialisiertes Weltbild“ (von V. F. Černovolenko geprägter Begriff). Es erfüllt hier die Funktion einer Verbindung von Weltanschauung und seinem spezialisierten Gebiet.

In beiden Fällen ist die Funktion der spezialisierten Weltbilder mit dem Problem der Anschaulichkeit verbunden. Es geht jedes Mal um eine solche Ebene des Wissens, welche am anschaulichsten erscheint und deshalb geeignet, die Inter-

2 M. V. Mostepanenko: Philosophie und physikalische Theorie. Das physikalische Weltbild und das Problem der Entstehung und Entwicklung der physikalischen Theorien. Leningrad 1969 (russ.).

3 V. F. Černovolenko: Weltanschauung und wissenschaftliche Erkenntnis. Kiew 1970 (russ.).

pretation seiner weniger anschaulichen Ebenen zu implizieren. Und wenn man dabei von der „*Abstraktion des Subjekts*“, vom „*wahrnehmenden Bewußtsein überhaupt*“ ausgeht (wie das auch gewöhnlich getan wird), so erscheint auch die Anschaulichkeit, um die es geht, als etwas Außerhistorisches.

Aber der Kernpunkt besteht eben darin, daß jedes Mal das als historisch Determinierte erscheint, was die Funktion dieser „anschaulicherer Ebene“ übernimmt, das heißt, welches Wissensgebiet, welches spezialisierte Weltbild die Bedeutung des allgemeinen Fundaments jeglichen Wissens erlangt, verallgemeinert wird.

Die Anschaulichkeit des Weltbildes steht in Relation zur gesellschaftlichen Praxis des historisch determinierten Subjekts, und die Statistik des Auftretens von Verallgemeinerungen verschiedener Weltbilder in verschiedenen Epochen kann ergeben, daß das Ergebnis der Einführung dieses Terminus in die Gnoseologie nicht trivial ist. Im Grunde können wir hier ein Gebiet betreten, wo die Gnoseologie unmittelbar in die Soziologie des Wissens übergeht.

Die gnoseologische Natur des physikalischen Weltbildes: das Weltbild als operationelles Strategem

Obwohl hin und wieder Überlegungen dahingehend geäußert wurden, daß die Steigerung der Abstraktion des heutigen Wissens von Verlust seiner Anschaulichkeit begleitet wird, so gibt es doch zuverlässige und in ausreichendem Maße überzeugende Beweise dafür, daß sogar im Wissen von hoher Abstraktionsstufe irgendeine „anschaulichere Ebene“ vorhanden ist, die vor dem geistigen Auge des Forschers als implizite Voraussetzung der Theorie oder zumindest als Einschätzung ihrer Glaubwürdigkeit schwebt.

So hob D. Panyat eine gewisse emotiv-axiologische Ebene des Wissens als anschaulichere Ebene hervor, die die Vorstellung von der Bedeutung und der Beweiskraft der einen oder anderen Empirie für die Einschätzung der Schlüssigkeit der Theorie impliziert. Dabei unterstrich er die „außerwissenschaftliche“ Natur dieser Ebene, die den „Hintergrund“ oder „Fond“ der Erkenntnis bildet⁴.

M. E. Omel'janovskij, V. A. Štoff und I. S. Alekseev wiesen aus verschiedenen Anlässen (und aus einer unterschiedlichen Einstellung zu dieser Erscheinung) auf das Vorhandensein einer bestimmten Art von Anschaulichkeit hin, und zwar der Anschaulichkeit der Gewohnheit an eine bestimmte Denkweise, an bestimmte Begriffe und an bestimmte Arten ihrer Verknüpfung⁵.

4 Siehe D. Panyat: Mathematik und wahrscheinliche Überlegungen: Moskau 1957 (russ.).

5 M. È. Omel'janovskij: Probleme der Anschaulichkeit in der Physik. In: Woprosy filozofii, 1961, Nr. 11 (russ.); V. A. Štoff: Die Rolle der Modelle in der Quantenmechanik. In: Woprosy filozofii, 1958, Nr. 12 (russ.); I. S. Alekseev: Die Entwicklung der Vorstellungen über die Struktur des Atoms. Eine philosophische Skizze. Nowosibirsk 1958, S. 79–80 (russ.).

V. P. Branskij schließlich sprach sich entschieden gegen eine rationalistische Behandlung des Problems der Anschaulichkeit aus und stellte letztere als irrationale psychologische Form dar, welche in der gegenwärtigen gnoseologischen Situation ein ganz anderes Problem annimmt – das Problem der Analyse des allgemeinen Inhalts der Attribute der Materie⁶. Manchmal können Erscheinungen anschaulich werden, die von ihrer Substanz her keineswegs anschaulich sind. Den Status der Anschaulichkeit bekommen nicht nur Bilder, Vorstellungen, Modelle usw., sondern auch die operationellen Strategeme der Denktätigkeit.

Der Terminus „*operationelles Strategem*“ stammt von Marx. Er benutzte ihn in den „Mathematischen Manuskripten“ zur Bezeichnung der Entwicklung des Begriffsapparates, der nicht das dieser Entwicklung vorangegangene ontologische Sein widerspiegelt, sondern der umgekehrt dieses letztere durch den Akt seiner Entwicklung selbst hervorbringt. Die Existenz eines solchen Apparates entdeckte er im Verlauf der Analyse der Infinitesimalrechnung.

Nachdem Marx festgestellt hatte, daß die Entwicklung des Kategorienapparates auf einer bestimmten Stufe rational als selbständiger Ausgangspunkt interpretiert werden kann und ihre Termini als Indikatoren eines bestimmten operationellen Strategems, legte er ebenfalls dar, unter welchen Umständen wir eine solche „*Umkehrung der Methode*“ erwarten können. Sie entsteht dann, wenn erstens der Apparat selbst „*eine schon vollendete Form annimmt*“, und wenn er es zweitens zuläßt, mit den bereits festgelegten Bedeutungen der Termini zu operieren, ohne sich der Erforschung ihrer allgemeinsten Grundlage zuzuwenden⁷.

Wenn der Forscher mit solchen Termini operiert, so empfindet er nicht die Notwendigkeit, auf jedem Schritt der Überlegung ihre herausgebildete Semantik „aufzufächern“.

Zu einem solchen Terminus geworden, bekommt die Kategorie (der Begriff), die von ihrer gnoseologischen Natur her nicht anschaulich ist, eine operationelle Anschaulichkeit und wird zum Zeichen eines bestimmten operationellen Strategems.

Das Problem der tatsächlichen Semantik einer bestimmten Kategorie und der gnoseologischen Begründung ihrer Einführung in den Kategorienapparat einer bestimmten Theorie erweist sich – im Rahmen der gegebenen Theorie und im Prozeß der gegebenen Untersuchung – als beseitigt. Aus der unmittelbaren Untersuchung eliminiert, werden diese Parameter aber außerhalb derselben wieder aufgenommen. Diese Ebene des Wissens, die sich außerhalb der unmittelbaren Untersuchung befindet, diese jedoch impliziert, ist das entsprechende Weltbild, das jetzt im Verhältnis zur Sprache einer entsprechenden theoretischen Teildisziplin als spezifische Metasprache auftritt.

6 V. P. Branskij: Die philosophische Bedeutung des Problems der Anschaulichkeit in der modernen Physik. Leningrad 1962, S. 183 (russ.).

7 Siehe K. Marx: Mathematische Manuskripte. Moskau 1968, S. 199 u. 209.

Dieser Prozeß läßt sich leicht an einer Reihe von Kategorien nachvollziehen, die moderne Physik, physikalisches Weltbild und Philosophie gemeinsam haben.

So stellte z. B. J. Synge bei der Untersuchung des Funktionswandels des Begriffes „*Masse*“ in verschiedenen Wissensebenen eine interessante Tabelle auf, die wir hier in etwas veränderter Form wiedergeben:

Bezeichnung des Begriffes	Begriff in der physikalischen Theorie	Begriff im physikalischen Weltbild
Massen	positive Zahl (m)	Quantität der Materie in einem Körper. Maß des Widerstandes eines Körpers gegen die Veränderung der Geschwindigkeit. Maß der Fähigkeit eines Körpers, einen anderen Körper durch seine Gravitation anzuziehen, usw.

Nach Synge operiert der Forscher bei der unmittelbaren Untersuchung mit den Funktionen des Begriffs „*Masse*“, die in den Eintragungen der ersten beiden Spalten enthalten sind, während die Notwendigkeit, Eintragungen in die dritte Spalte zu machen, welche nur ein „Denkanstoß“ ist, dann entsteht, wenn „es erforderlich ist, alle die Wege zu erforschen, über welche die Idee der Masse in unsere Naturbeschreibung eingeht“.⁸

Auf diese Weise bekommen auch andere Kategorien, die die Einzeltheorien und die existierenden Weltbilder gemeinsam haben, in diesen Bereichen verschiedene Funktionen.

Die Untersuchung des erwähnten Verfahrens führt uns zu folgendem Schluß: Wenn die Begriffe und Kategorien des Weltbildes, die es mit entsprechenden Begriffen der Einzelwissenschaften gemeinsam hat, in die Philosophie als Meta-Metasprache eingehen, dann unterliegen sie einer analogen Modifikation und werden zu „Wörtern“ einer Sprache, die die Sprache des Weltbildes erklärt.

Auf diese Weise wird ein hierarchisches System quasiformalisierte und inhaltlicher Sprachen geschaffen, ein System, in dem die Sprachen der Weltbilder, sowohl der der Einzeldisziplinen, als auch des allgemeinen Weltbildes, in Bezug auf die Sprachen der wissenschaftlichen Einzeldisziplinen als „inhaltliche“ und in Bezug auf die Sprache der Philosophie als „quasiformalisierte“ Sprachen auftreten.

Die Sprachen der Weltbilder und des allgemeinen Weltbildes in quasiformalisierte Funktion treten als besonderes Verbindungsschema der Begriffe und Kategorien der Einzelwissenschaften auf, als Schema, daß man unter Benutzung

8 J. L. Synge: Klassische Dynamik. Moskau 1963, S. 16–17 (russ.).

des Marx'schen Terminus als ein festgelegtes Strategem der Denktätigkeit des Forschers charakterisieren kann.

Im Unterschied zur Sprache des einzelnen Weltbildes tritt die Sprache des allgemeinen Weltbildes als das Strategem der Denktätigkeit auf, das für eine bestimmte Epoche im ganzen charakteristisch ist. Das allgemeine Weltbild fällt gewissermaßen mit dem „gesunden Menschenverstand“ einer bestimmten Epoche zusammen, mit der Gesamtheit der Vorstellungen, die als selbstverständliche und keinerlei gnoseologischer Skepsis unterworfen vorhanden sind.

Wir wollen nun untersuchen, wie sich die Sprachen der Weltbilder und des allgemeinen Weltbildes zueinander verhalten, was im Grunde auch die Untersuchung des Verallgemeinerungsmechanismus eines bestimmten Weltbildes und seiner Umwandlung in ein allgemeines Weltbild bedeutet.

Eine solche Verallgemeinerung entsteht, wenn das Strategem der Denktätigkeit einer bestimmten Wissenschaft in seinen Grundzügen mit dem Strategem der Denktätigkeit der Epoche zusammenfällt. Dann bildet eine bestimmte Wissenschaft naturgemäß und spontan die Basis des allgemeinen Weltbildes, und die in dieser Wissenschaft entstehenden Konflikte dienen als die Hauptquellen neuer gnoseologischer Ideen.

Wenn man die entstandene Sachlage in der Statik untersucht, aus dem Blickwinkel des Ergebnisses, und nicht des Prozesses, dann beseitigt sich das Problem: warum liegt dem allgemeinen Weltbild dieses, und nicht ein anderes Weltbild einer Wissenschaft zugrunde, von selbst. Daß das physikalische Weltbild als allgemeines Weltbild oder zumindest als dessen Grundlage in Erscheinung tritt, wird als natürliches Ergebnis der Entwicklung der Naturwissenschaften aufgefaßt.

In dem Maße wie diese Lage indessen wahr ist, stellt sie eine besondere historische, aber keine allgemeine Wahrheit dar. Die weitere Verallgemeinerung muß unserer Meinung nach in der Fixierung des Spiels der sozialen Mechanismen bestehen, die die Verallgemeinerung des für jede Epoche festgelegten einzelnen Weltbildes hervorrufen.

Die soziologischen Faktoren der Verallgemeinerung der einzelnen Weltbilder

Der Gedanke, daß das ontologische Sein des Forschungsobjekts mit dem Subjekt keineswegs in direkter Opposition „aneinandergerät“, erhielt in den Arbeiten M. K. Mamarašvilis seine Verallgemeinerung. „Zwischen der realen Beziehung oder dem Ding, wie es ist, und denen, die im Bewußtsein erscheinen, liegt ein Feld, das von der Betrachtung nicht durchlaufen werden kann und das von einer sozialen Mechanik ausgefüllt wird, deren Tätigkeit ergibt, daß sich der Mensch auf die eine oder andere Weise der Realität, der äußeren ebenso wie der inneren, bewußt wird. Wenn man daher auf die Frage antworten will, was das für Gegenstandsformen sind, die sich vom Bewußtsein nicht unterscheiden lassen,

und wie sie entstanden sind, so ist das gleichbedeutend mit der Antwort auf die Frage: was oder welcher "Vermittler" unterbreitet (oder unterschiebt) die Dinge dem Bewußtsein (mit einer Bewegung, die sich außerhalb des Bewußtseins selbst vollzieht)"⁹.

Wesentliche Elemente des Wirkens dieser „sozialen Mechanik“ offenbart uns das Phänomen der Verallgemeinerung der Weltbilder. Um sie zu fixieren, wollen wir entsprechende Prozesse in der antiken Naturphilosophie (soweit sie sich rekonstruieren lassen) und in der Naturphilosophie der Neuzeit einander gegenüberstellen.

Man kann nachweisen, daß in der Epoche der klassischen antiken Naturphilosophie die Strategeme des allgemeinen Weltbildes mit denen des ethischen Weltbildes zusammenfielen. Bis *Lukrez* schloß die Philosophie den Menschen mit seinen ethischen Parametern nicht aus den Naturprozessen aus, wie auch diese letztere nicht außerhalb der menschlichen Tätigkeit gedacht wurden, welche unmittelbar in das allgemeine Bild der Tätigkeit der Natur einging als deren Grundlage (bei den Vorsokratikern) oder deren Vollendung, Hinführung zur Vollkommenheit (bei *Aristoteles* und *Epikur*).

Dementsprechend war die Ethik (und nicht die Physik!) für die antiken Denker die Quelle neuer gnoseologischer Ideen. Dem ontologischen Lehrgebäude des antiken Denkens liegt vor allem das Streben nach einer ethisch-anthropologischen Erfassung des erhaltenen Weltbildes zugrunde. Die antike Ethik war kein sich selbst bewegendes System moralischer Maximen, sondern eine eigentümliche „Anthropologie“, Naturphilosophiererei durch die Brille der Vorstellungen vom menschlichen Sein und dem Platz des Menschen im Universum. Eben deshalb brachten Philosophen, deren physikalische Positionen sich sehr nahe standen, häufig zutiefst verschiedene, ja gegensätzliche Ontologien hervor.

Dieses Paradox fällt ganz besonders ins Auge, wenn man sich die Entwicklung der Ideen des antiken Atomismus ansieht. Der wesentlichste Unterschied zwischen der Ontologie *Demokrits* und der *Epikurs* – das Problem der Bewegung der Atome -- war nicht durch einen Unterschied in den physikalischen Vorstellungen bedingt (nach allgemein akzeptierter Auffassung hat *Epikur* nichts wesentlich Neues zur Physik *Demokrits* beigetragen), sondern durch den Unterschied in den ethischen Positionen der beiden Denker. Das ethische Prinzip der Wahrung des Maßes in der Tätigkeit entsprechend der „Notwendigkeit“, und nicht nach einem auf eine „subjektive Meinung“ gegründeten Gutdünken, ist ebenfalls ein Grundprinzip der Demokritischen Naturphilosophie, wie auch seiner „praktischen Ethik“. *A. O. Makovel'skij* und *S. Ja. Lurje* haben dargelegt, daß die organisierende Idee der Demokritischen Ontologie die Lehre vom vollen Parallelismus des Mikrokosmos („der Welt des Menschen“) und des Makrokosmos ist, wobei der Mensch mit seinen anthropologischen Parametern die

9 M. K. Mamardashvili: Die Analyse des Bewußtseins in den Arbeiten von Marx. In: *Voprosy filozofii*, 1968, Nr. 6, S. 19 (russ.).

Grundlage dieses Parallelismus ist: „Alles, was existiert, ist dem Menschen völlig verständlich, und der Mensch ist das, was wir am besten kennen.“¹⁰

Die anthropologisch-ethische Notwendigkeit wurde von *Demokrit* mit eiserner Konsequenz durch die gesamte Ontologie geführt und im Zusammenhang damit den Atomen eine streng geradlinige Bewegung zugeschrieben, die die Freiheit der Wahl und die Freiheit des Willens ausschloß.

Überzeugt vom Vorhandensein einer Wahl- und Willensfreiheit, ergänzte *Epikur* die Physik *Demokrits* durch die Theorie der Abweichung der Atome von der Geraden. *Epikur*, schreibt *S. Ja. Lurje*, „interessiert sich für die Physik unter dem Gesichtspunkt ihrer Verwendung für die Moral; deshalb soll seine Physik vor allem dem sittlichen Ideal Genüge tun“¹¹.

Sogar in der Konzeption von *Aristoteles* kommt ganz deutlich die Idee zum Vorschein, daß gerade die menschliche Tätigkeit, die auf die Erlangung sittlicher Vollkommenheit gerichtet ist, ein Korrelat der schöpferischen Potenzen der Natur ist, deren Tätigkeit nach den gleichen Prinzipien verläuft, wie die Tätigkeit des Menschen.

Die Bedeutung des Menschen im Universum besteht darin, daß im Prozeß seiner Tätigkeit die natürlichen Prozesse ihre Vollkommenheit erlangen, die ohne den Menschen unerreichbar wäre. Mehr noch, gerade die sittlichen Ziele des Menschen sind, nach *Aristoteles*, auch das letztliche Ziel der Schöpfung der Natur. In seiner „Physik“ betont er nachdrücklich den „nicht vorhandenen Selbstwert“, die Unselbständigkeit des natürlichen, „ontologischen“ Seins der Dinge: „Wir selbst benutzen alle Gegenstände, als ob sie um unser willen existierten. In gewisser Hinsicht sind wir ja auch das Ziel.“¹²

Die konstruktive Rolle derartiger Vorstellungen in der Physik wie in der Logik des *Aristoteles* steht außer Zweifel. Letzten Endes brachte gerade die Abneigung, dem Ding den Status des selbständig Verantwortlichen zuzugestehen, den Stagiriten zur Überbetonung der Rolle der Deduktion in der Erkenntnis des Wesens der Dinge, und dieses Wesen erwies sich immer nur als ein Maß für die menschlichen Manipulationen mit einem bestimmten Ding.

Derartige Vorstellungen waren nicht die rein persönliche Überzeugung des Denkers aus Stagira, sondern konstruktives Element des Weltbildes der gesamten Antike, eben dessen, was in der Literatur der letzten Jahre mit „antiker Aktivismus“ bezeichnet wird.

Die Wahrnehmung des ontologischen Seins der Dinge wurde durch das Prisma persönlicher Einstellungen und der darauf fußenden Handlungstypen gebrochen. Das Ding als solches war für den Griechen der Antike nur insofern Objekt der Erkenntnis, als die menschlichen Beziehungen auf es übertragen wurden. Und wenn das auf diesem Wege erlangte Wissen auch begrenzt war, so nur deshalb,

10 Siehe *A. O. Makovel'skij*: Die altgriechischen Atomisten. Baku 1946, S. 302, 303 (russ.); *S. Ja. Lurje*: Demokrit. Texte, Übersetzung, Untersuchung. Leningrad 1970, Fragmente, 62, 65 (russ.).

11 Ebenda: Kommentare, S. 427.

12 Aristoteles: Die Physik. Moskau 1937, 194 a (russ.).

weil die menschlichen Beziehungen selbst, die auf die Welt extrapoliert waren, kindlich-naiv und historisch beschränkt waren.

Die Analyse des Systems der herrschenden sozialen Verhältnisse in der antiken Gesellschaft, die Marx in seinen ökonomischen Manuskripten der Jahre 1857–1859 gegeben hat, enthüllt die soziale Grundlage der Kongruenz der Strategeme des allgemeinen Weltbildes und des ethischen Weltbildes der Antike. Die Erkenntnis der Welt basiert, laut dieser Analyse, auf für das gegebene Gemeinwesen charakteristischen Verbindungen, entweder persönlichen, oder sachlichen (oder auf der einen oder anderen ihrer Verflechtungen).

Die Eigenart der Weltauffassung der Antike war durch die einzigartige Verflechtung der sozialen Zusammenhänge bedingt, als die sachlichen Beziehungen schon begannen, die unmittelbaren Persönlichkeitsbeziehungen zu vermitteln, diese aber noch nicht verdrängt hatten.

Die soziale Grundlage der Erkenntnis änderte sich prinzipiell in der Periode, als das Fundament der Wissenschaft der Neuzeit gelegt wurde.

In der sowjetischen Literatur ist wiederholt jener (verhältnismäßig selbständige) Prozeß analysiert worden, in dessen Verlauf sich die physikalischen Weltbilder der Neuzeit formiert und einander abgelöst haben. Bedeutend geringere Aufmerksamkeit wurde der anderen Seite dieses Prozesses gewidmet: der Veränderung in der Organisation des Gemeinwesens (und entsprechend der sozialen Praxis), kraft derer die Kongruenz der Strategeme der Denktätigkeit der Gesellschaft (der Strategeme des neuen allgemeinen Weltbildes) mit dem physikalischen Weltbild entstand; und die Wissenschaften, die angeblich eine ontologische Vorstellung von der Welt geben, und in erster Linie die Physik, wurden zu den Hauptzeugen neuer gnoseologischer Ideen.

Dieser Umstand kann nicht nur als Ergebnis der spontanen Entwicklung der Wissenschaft angesehen werden.

Die Funktion der sozialen Bedingungen der Herausbildung der Wissenschaft der Neuzeit lässt sich (wie in der absoluten Mehrheit der historischen Untersuchungen behauptet wird) hauptsächlich darauf zurückführen, daß die gesellschaftlichen Bedürfnisse als Impuls für die Organisierung der kapitalistischen Produktion auftraten, welche auf mechanischen Arbeitsprozessen beruhte, was, so heißt es, auch die bevorzugte Entwicklung der Mechanik und der wissenschaftlichen Nachbardisziplinen bedingte. Aus dieser bevorzugten Entwicklung der Mechanik erklärt sich auch die Schaffung eines mechanistischen Weltbildes.

Die in derartigen Vorstellungen enthaltene Wahrheit ist jedoch überaus einseitig: es reicht nicht aus, darauf zu verweisen, was gerade zum Werkzeug der Erklärung der Welt geworden ist, – man muß darüber hinaus begreifen, warum die Welt selbst so geworden ist, daß sie mit Hilfe dieses Werkzeugs begriffen werden kann. (Wie schon gesagt, konnte die antike Welt aus dieser Sicht nicht begriffen werden.) Damit die Welt begriffen werden konnte, als ein gewisses ontologisches Wesen, das dem Menschen in Gestalt der äußerlichen Bedingungen seines Seins gegenübersteht, mußte sich auch die Position des Menschen in Bezug auf die Welt radikal ändern.

Grundlage für die Änderung dieser Position war die für die bürgerliche Gesellschaft kennzeichnende Verdinglichung der gesellschaftlichen Zusammenhänge, die sie begleitende Fetischisierung der Gegenstände und des darauf basierende „falsche“ Bewußtsein.

Es wird gewöhnlich gesagt, die mit der Verdinglichung verbundene Konflikte hätten besonders auf der geisteswissenschaftlichen Ebene eine große Bedeutung. Sie hat jedoch, zwar entfernte, aber dennoch wesentliche Folgen auch für die naturwissenschaftliche Ebene des Wissens, wo sie eine Reihe charakteristischer Aberrationen bewirkt.

1. Die Fetischisierung von Dingen, wie sie für die bürgerliche Gesellschaft kennzeichnend ist, erfüllt eine zweifache Rolle.

Einerseits ist sie Gradmesser für einen gewaltigen gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Fortschritt, sie stellt nämlich die unter den gegebenen historischen Bedingungen einzige mögliche Form dar, in welcher die Beziehung zwischen den Personen aufhören, begrenzt zu sein. Sie ist, nach Marx, die bürgerliche Existenzform „*universeller Beziehungen, allseitiger Bedürfnisse und universeller Fähigkeiten*“¹³. Auf der anderen Seite aber zeigt sich diese Universalisierung der Persönlichkeit in ihrem Gegenteil: in ihrer völligen Zerstörung, in der Vernichtung der menschlichen Parameter im Umgang miteinander. Es entsteht eine alle gesellschaftlichen (darunter auch die wissenschaftlichen) Beziehungen mystifizierende Umwandlung des Dinges in ein „*sinnlich-übersinnliches Wesen*“, in „*ein Ding, welches ein fiktives Leben und Selbständigkeit besitzt und mit sich selbst in Beziehung tritt*“¹⁴.

Dadurch verkehren sich die Subjekt-Objekt-Beziehungen auf der psychologischen Ebene in ihr Gegenteil und werden von den Forschern als Moment des „gesunden Menschenverstandes“ aufgefaßt, das ganz natürlich durch die verzerrte Praxis bestätigt wird.

Für die Persönlichkeit, die in die direkte bürgerliche Produktion eingebettet ist, bleibt das Negative der bürgerlichen Universalisierung verborgen.

Die Absorbierung der gesellschaftlichen Beziehungen durch das Ding läßt die Illusion entstehen, es sei der menschlichen Tätigkeit entgegengesetzt. Der tätige, praktische Erkenntnischarakter fixiert nicht die Aufmerksamkeit auf sich. Die Souveränität des Dinges und die Abhängigkeit des Menschen von ihm werden als die natürliche Form des Seins aufgefaßt.

2. Die Vorstellung von der produktiven Rolle der menschlichen Tätigkeit wurde nicht nur aus dem Bild der Naturvorgänge eliminiert, sondern man begann auch bewußt, sie als unwissenschaftlich zu kritisieren. Man begann die Welt als ein Gebiet zu betrachten, das nur der Nutzbarmachung unterlag.

Hatten die Denker der Antike die Naturvorgänge durch die Brille der menschlichen Tätigkeit wahrgenommen, in der sie die Vollendung des Schaffens der Natur fanden, so begann unter den neuen Bedingungen die Frage nach der Rolle

13 „Marx-Engels-Archiv“ Bd. IV, S. 89 (russ.).

14 K. Marx und F. Engels: Werke. Bd. 26, Teil III, S. 507 (russ.).

der menschlichen Tätigkeit als, wie Marx bemerkte (unter dem Hinweis, daß das in gewissem Sinne ein Schritt vorwärts war), „gleichgültig und sogar schädlich“ zu gelten¹⁵.

Diese Illusionen des „falschen“ Bewußtseins bedingten auch jenen Umstand, daß man begann, die Ontologie als ein Mittel zur Erklärung der Welt anzusehen. Die Welt erklären – das hieß jene Prozesse aufdecken, die ohne Anteil der menschlichen Tätigkeit entstehen, und darlegen, wie und auf welche Weise der Mensch sich diese nutzbar machen kann. Deshalb hörten diejenigen Wissenschaften, in denen die menschliche Tätigkeit eine fundamentale Rolle spielt, auf, Mittel zur Erklärung der Welt zu sein und wurden bestenfalls als Anwendung der Ergebnisse der Erkenntnis des ontologischen Wesens auf die Gesellschaft behandelt (vgl. die sogenannte „soziale Physik“ des XVII. Jh., wo die Soziologie nach den Modellen der Physik erarbeitet wurde). Der Erkenntnistheorie lagen die Wissenschaften zugrunde, die, wie man glaubte, die Welt erforschen, welche „an und für sich“ genommen wurde.

3. Aber, wie dargelegt, kannte die antike Weltanschauung solche Wissenschaften nicht. Sie mußten sich erst noch formieren, und dieser Prozeß verlief parallel zur Formierung des „falschen“ Bewußtseins. Das Zusammenfallen dieser Prozesse führte dazu, daß die neue konkret-historische Etappe in der Entwicklung der Wissenschaft als die Periode aufgefaßt wurde, in der man die allgemeine Wahrheit erhielt.

Derselbe Prozeß entstand auch in der Physik. Die Physik machte sich auch gerade jene Prozesse und Erscheinungen zu eigen, für deren Verständnis das Operieren mit Vorstellungen über die menschliche Tätigkeit tatsächlich „überflüssig oder sogar schädlich“ war. Das zeigte z. B. Duhem bei der Analyse der Entwicklung der Grundlagen der Physik als der Liquidierung der „verborgenen Mysterien“¹⁶, und noch anschaulicher Planck bei der Analyse der Entwicklung der Ideen, die dem zweiten Gesetz der Thermodynamik zugrunde liegen¹⁷.

Auf diese Weise kam es zu einem Zusammenfallen der Strategeme des physikalischen Weltbildes mit den Strategemen des allgemeinen Weltbildes der Neuzeit. Dieses Zusammenfallen führte, wie Heisenberg bemerkte, zu dem Schluß, daß „die Begriffe der klassischen Physik heute gut bearbeitete Begriffe unseres Alltagslebens sind“¹⁸.

Diese Aberration wirkte sich beträchtlich auf das Weltbild der klassischen Physik aus und führte in sie implizit die fundamentale Abstraktion der potentiellen Realisierbarkeit einer beliebigen Dimension ein, und zwar mit Hilfe einer gewissen Versuchsanlage, deren Wirkungsprinzip nur technisches Interesse dar-

stellte und für gnoseologische Theorien belanglos ist. In gleicher Weise begannen auch die sozialen (persönlichen, technischen, perzeptorischen und jegliche andere) Parameter des Menschen belanglos zu erscheinen.

Infolgedessen wurden solche, und nur solche Formulierungen der physikalischen Gesetze als in gnoseologischer Hinsicht begründet anerkannt, bei denen in Übereinstimmung mit der Forderung Plancks das Gesetz als „vollkommen unabhängig von der Frage der menschlichen Fähigkeiten“ aufrat¹⁹.

Die Erfüllung dieser Forderungen führte zu zwei Folgerungen, die große Verbreitung erfuhren: a) Versuch der Säuberung des physikalischen Wissens von anthropomorphen Elementen, der Herausdrängung des „Psychologismus“ u. ä.; b) Gleichsetzung des physikalischen Weltbildes mit der „Welt an sich“. Diese beiden Maximen wurden von Planck in seiner schon zitierten Arbeit exakt formuliert und seitdem in der physikalischen, der wissenschaftstheoretischen und der logischen Literatur mehrfach wiederholt.

Partikularisiert sich heute das physikalische Weltbild?

Die Addition der relativistischen und der quantentheoretischen physikalischen Weltbilder müßte die gnoseologische Situation ganz radikal verändern. Die Grundlagen dafür sind ausreichend bestimmt.

Wie sich herausgestellt hat, erwiesen sich die Probleme der Art und Weise der Synchronisierung der Uhren, der Auswahl des Bezugssystems in den relativistischen Theorien als ganz wesentlich nicht nur für die Technik der Chronogeometrie, sondern auch in konzeptioneller Hinsicht. Die Untersuchung der Unbestimmtheitsrelation brachte erneut die Frage nach der Einführung von mit den „menschlichen Fähigkeiten“ verbundenen Momenten in die Formulierung der Naturgesetze auf die Tagesordnung.

Sehr wahrnehmbar ist die Rolle des Subjekts in den quantenmechanischen Erscheinungen, wobei die Situation, wo das Subjekt durch den Forschungsprozeß selbst die einen oder anderen Störungen in das zu erforschende Objekt hineinbringt, sich auf eine immer breitere Klasse von Theorien ausweitet.

All das zeigt, daß in der Logik der modernen physikalischen Theorien das Subjekt mit seinen Parametern zumindest implizit vorhanden ist, was auch die sehr lebhaften Erörterungen des Problems des Subjekts der physikalischen Erkenntnis bedingt hat, die in der letzten Zeit mit neuer Kraft wiederaufgelebt sind.

In diesen Erörterungen erscheint jedoch immer dieselbe „Abstraktion des Subjekts“, und deshalb übte die Wiederbelebung des Subjektproblems bei weitem keinen so radikalen Einfluß auf die wissenschaftliche Situation aus, wie man es hätte erwarten können. Im Gegenteil, sie demonstrierte auf paradoxe Weise

15 K. Marx und F. Engels: Aus den Frühwerken. Moskau 1956, S. 574 (russ.).

16 M. Duhem: Ziel und Struktur der physikalischen Theorien. St. Petersburg 1910 (russ.) (dt. Leipzig 1908).

17 Siehe M. Planck: Die Einheit des physikalischen Weltbildes. Moskau 1963, S. 29–43 (russ.).

18 W. Heisenberg: Physik und Philosophie. Moskau 1963, S. 35 (russ.).

19 M. Planck: Die Einheit des physikalischen Weltbildes, a.a.O., S. 36.

die Zählebigkeit der ausgeprägten und durch die Tradition verfestigten Strategeme der Denktätigkeit.

Als „Stein des Anstoßes“ diente implizit das vorhandene Bestreben, in den gnoseologischen Theorien die Verallgemeinerung des physikalischen Weltbildes beizubehalten.

Das Spektrum der Pietätsbekundungen hinsichtlich der traditionellen Strategeme ist sehr breit – von der Suche nach einem Kompromiß zwischen der alten und der neuen gnoseologischen Situation bis zur Weigerung, letztere überhaupt in Betracht zu ziehen.

Einstein und *Born* begründeten einen Standpunkt, demzufolge die relativistischen Theorien in dem Sinne interpretiert werden, daß sie das Produkt „des Kampfes für die Befreiung vom Subjekt, für die Erlösung von Empfindungen und Wahrnehmungen“ sein sollen²⁰. Dies stellt die oben genannte erste Maxime *Plancks* auf solche bedeutende Weise gleichsam wieder her.

Gleichzeitig besteht sehr häufig der Leitgedanke der Erforschung der Logik der wissenschaftlichen Erkenntnis des Mikrokosmos in dem Bestreben, Wege zur Eliminierung der durch das forschende Subjekt bewirkbaren Störungen zu finden und nach deren Entfernung aus der Theorie die „Selbständigkeit“ der Mikroteilchen „an sich“ aufzudecken. Somit soll das aktiv handelnde Subjekt auf die Stufe der traditionellen Abstraktion des Bewußtseins reduziert werden, welches unmittelbar das ontologische Sein des Objekts fixiert. Daß dieses Programm nicht von einer einzigen der existierenden Theorien realisiert wird, möchten sie nicht als Beweis für die Inadäquatheit der traditionellen Strategeme und Intentionen gelten lassen, mit denen das Bild des unmittelbaren, voraussetzunglosen Erfassens durch das Subjekt – durch das Bewußtsein des ontologischen Seins des Objekts, gemeint ist, sondern lediglich als vorübergehende, im Prinzip zu beseitigende Abweichung vom Ideal.

Am deutlichsten hat *Schroedinger* diese Position ausgedrückt. Er glaubt, daß das Anwachsen der konstruktiven Rolle des Subjekts „... lediglich ein sehr überschätzter bedingter Standpunkt ist, der keinerlei tiefere Bedeutung haben kann“²¹.

Zugleich zeigt die Entwicklung der Wissenschaft immer deutlicher, daß das gesuchte „Zukunftsideal“ nicht mehr ist als ein Widerschein der Vergangenheit. Dieses Ideal konnte in der Epoche real existieren, als die „subjektlosen“ Strategeme des allgemeinen Weltbildes und der von der Physik auf ihrer klassischen Etappe geschaffenen Weltbilder zeitweilig zusammenfielen. Aber es hatte sich in dem Moment selbst bestätigt, als die Frage nach den „menschlichen Fähigkeiten“ auf der Tagesordnung der Methodologie der Physik stand. Die Eintracht wurde für immer zerstört.

20 M. Born: Die Physik im Leben meiner Generation. Moskau 1963, S. 14 (russ.). Siehe auch A. Einstein: Gesammelte wissenschaftliche Abhandlungen. Bd. 3. Moskau 1966, S. 624 (russ.).

21 E. Schroedinger: Nature and the Greeks. Cambridge 1954, p. 15.

Der neue Einbruch „anthropomorpher Elemente“ in den Inhalt der modernen physikalischen Weltbilder ist unserer Meinung nach eine empirische Tatsache, die man nicht mehr ignorieren kann. Es gibt keinen Grund, in Zukunft ein Abnehmen der Ausmaße ihres Vordringens zu erwarten.

Die unmittelbare Teilnahme „anthropomorpher Elemente“ an der Logik der physikalischen Erkenntnis fällt natürlich mit der existierenden Zunahme der Rolle des Subjekts in der Geschichte zusammen und damit, daß in der Gesellschaft neue Formen der Organisation und des Umgangs mit dem subjektiven Faktor entstehen.

Aber dieses Zusammenfallen ist zu unbedeutend, um die Physik zu solch einem Eichmaß des Wissens über die Welt zu machen, wie sie es in der Epoche der Bildung der einzelnen Richtungen der „sozialen“ Physik war. Sie kann nicht mehr der Erzeuger neuer gnoseologischer Ideen über die Natur des Subjekts sein. Im Gegenteil, zur Lösung der gnoseologischen Schwierigkeiten der modernen physikalischen Theorien ist die Klärung der Natur der Aktivität des Subjekts in der physikalischen Erkenntnis erforderlich, die im Bereich der Physik keineswegs mit ihrer größten Fülle zum Vorschein kommt. Das Paradoxe an der neuen Situation besteht darin, daß das Bewußtsein des Naturwissenschaftlers, das methodisch außergewöhnlich reich ausgerüstet ist (vergleichen mit dem Bewußtsein des so „beschränkten“ Geisteswissenschaftlers), methodologisch auf die Wiederherstellung des vergangenen Ideals der Rationalität gerichtet ist, während sich das schwächer ausgerüstete „geisteswissenschaftliche“ Bewußtsein als unvergleichlich empfänglicher und fähiger erwiesen hat, die neue Lage des Subjekts zu begreifen. Dadurch sind auch unsere Meinung nach der Beginn der Partikularisierung des physikalischen Weltbildes und die Tatsache bedingt, daß die Physik ihr Monopol an der Hervorbringung der originellsten und fruchtbringendsten gnoseologischen Ideen und Elemente des allgemeinen Weltbildes verloren hat.

Und das wiederum bringt die dringliche Notwendigkeit mit sich, die „anthropomorphen Elemente“ des physikalischen Wissens vom Gesichtspunkt ihrer sozialen Genese her zu analysieren, mit anderen Worten, vom Gesichtspunkt ihrer Herkunft als Ergebnisse der menschlichen, historisch und sozial bedingten, Tätigkeit.

Eine solche Analyse wird sich unserer Ansicht nach auch für die Lösung der gnoseologischen Probleme der Physik selbst als überaus konstruktiv erweisen.

Marx zeigte, daß das Ideal der Wissenschaft der Zukunft derjenige ihrer Zustände ist, wo die Natur als in der menschlichen Geschichte ihren Platz findende Natur begriffen wird, wo „die Naturwissenschaft die Wissenschaft über den Menschen in dem gleichen Maße in sich einschließt, wie die Wissenschaft über den Menschen die Naturwissenschaft in sich einschließt: das wird eine Wissenschaft sein“²².

22 K. Marx und F. Engels: Aus den Frühwerken. S. 595–596 (russ.).

Uns scheint, daß ohne Berücksichtigung des soziologischen Aspekts der gnoseologischen Probleme der Physik, ohne den Aufbau einer Soziologie des physikalischen Wissens (und nicht nur der Organisationsprinzipien der Entwicklung der physikalischen Wissenschaft, was schon gemacht wird und dessen Notwendigkeit niemand in Frage stellt) die Überwindung der gegenwärtigen Schwierigkeiten unmöglich ist.

Übersetzung: Peter Adam

Hermann Ley (Berlin/DDR)

Jacques Monod und die Relevanz von Kategorien

Aus: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Berlin /DDR, Heft 6/1972, S. 681–696*

Einer der Nobelpreisträger für Physiologie und Medizin war 1965 *Jacques Monod*. Experimentell und theoretisch war es der von *Monod* geleiteten Gruppe gelungen, den komplizierten Regelmechanismus aufzudecken, durch den im Laktose-System die Synthese von drei Proteinen im Bakterium *Escherichia coli* gesteuert wird. Als wirksame Bestandteile erschlossen sich das Regulator-Gen, das Repressor-Protein, das Operator-Segment der DNS, das Promotor-Segment der DNS und ein Galaktosid-Induktor-Molekül¹. Sie sichern an ihrem Ort den invarianten Aufbau von Proteinen und befinden sich der Funktion nach im Gegensatz zu den Mutationen, die in Kern, Kernäquivalent oder Plasma das genetische Substrat verändern und Selektionsreserven schaffen. Die wissenschaftlichen Leistungen *Monods* stehen außer Zweifel. Seine philosophischen Reflexionen verdienen das ihnen entgegengebrachte Interesse, weil sie verdeutlichen, daß aus dem naturwissenschaftlichen Forschungsgegenstand und den Resultaten der Forschung Probleme erwachsen, die den vorgegebenen Denkbereich weit überschreiten. *Monod* sieht in den neueren Mechanismen der Genetik Sachverhalte gegeben, die den dialektischen und historischen Materialismus angeblich widerlegen². Als grundlegende Kategorien sind Zufall und Notwendigkeit aufgefaßt. Die Dialektik ist ausgeschaltet. Nicht Hegelsche Logik, sondern Boolesche Algebra und die Logik der Elektronenrechner sieht *Monod* in dem Invarianz sichernden Regelungsmechanismus wirksam, durch das Eingreifen des Zufalls der Entwicklung jede zwingende Stringenz genommen und den historischen Materialismus außer Kraft gesetzt.

Bemerkenswert sind die folgenden Fakten: *Jacques Monod* bezeichnet sich selbst als mechanischen Materialisten, konsequenter Atheisten, Repräsentanten der Annahme einer Einheit der Welt in ihrer Materialität, Evolutionstheoretiker, Vertreter einer sogen. objektiven Wissenschaftsethik, die an die Stelle einer gesellschaftlich begründeten Entwicklungstheorie zu treten hätte. Versteht sich *Monod* als naturwissenschaftlicher Materialist, so meint er sich aus den speziell in seinem Fachgebiet gefundenen Kategorien auf allgemeine Sachverhalte verwiesen, die bis in die Probleme entschiedener gesellschaftlicher Veränderung ihre Geltung hätten. Insofern ist mit der Vermutung der Einheit der objektiven Realität Ernst gemacht. Jeden Dualismus lehnt *Monod* ab und bekennt sich als

1 Vgl.: J. Monod/F. Jacob: General conclusions: Teleonomic mechanisms in cellular metabolism, growth and differentiation. In: *Cold Spring Harbour Symposia in Quantitative Biology*. Vol. 26. New York 1961.

2 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. München 1971. S. 53, 218.

Atheist. Insofern bietet sich in den Gedankengängen *Jacques Monods* geradezu ein Modellfall an, wie aus dem bewußten Verzicht auf die materialistische Dialektik eine Reihe von Folgen erwächst, die dem gegenwärtigen theoretischen Stand anderer Disziplinen widersprechen, den philosophischen Sinnverstand auch in der Biologie tatsächlich mechanistisch entstellen und sich die Möglichkeit adäquater gesellschaftspolitischer Einsicht versperren.

Den Zugang zu *Monods* antidialektischer Position bietet die in seiner philosophischen Arbeit zutage tretende Scheu vor der in der bürgerlichen Gesellschaft wahrgenommenen Entfremdung. Sie erscheint bei *Monod* als eine Art Urangst und erhält einen bemerkenswerten Grund zugewiesen: ein aus der Tiefe der Zeit überkommenes genetisches Erbe³. Die von *Monod* vorgenommene Konstruktion belegt die Schwierigkeiten, die der Übergang von der naturwissenschaftlichen Darstellung von Gesetzmäßigkeiten zum Behandeln gesellschaftlicher Kategorien bereitet. Als gekoppelte genetische Anlage sind zweierlei Sachverhalte verstanden: einmal das Bedürfnis nach einer zwingenden und umfassenden Erklärung, zum anderen die Angst vor der Verlassenheit⁴.

Monods Exkurs auf das Gebiet der Gesellschaft und der Philosophie erweist sich als Beleg, daß naturwissenschaftlicher Materialismus und Atheismus nicht ausreichend sind, um Sachverhalte erschöpfend zu behandeln, die wegen ihres dialektischen Charakters sich der bloß formallogischen Behandlung widersetzen. Das Behandeln der Geschichte fällt damit unter geschichtlose und geschichtsfeindliche spätbürgerliche Aspekte und bleibt unzugänglich. Ohne Dialektik aber gerät der naturwissenschaftliche Materialismus auch hinsichtlich der Theorie der Entwicklung in Komplikationen, wie sich an *Monods* Überlegungen zur Evolution zeigen läßt.

Es ließe sich annehmen, daß bestimmte neuere Ergebnisse der modernen Biologie allein die erkenntnistheoretische Verunsicherung herbeigerufen hätte, die sich bei ihm abzeichnet. Der von *Monod* als genetisch bedingt verstandene Sachverhalt des Bedürfnisses nach Erklärung, deren Fehlen als Ursache tiefer Angst aufgefaßt ist⁵, geht indes in eine Zeit vor dem Entstehen der modernen Biologie zurück. Es sind gleichsam modernisierte Abwandlungen von Kantianismus und Neokantianismus, die in einigen auf den neueren naturwissenschaftlichen Materialismus einzuwirken vermögen, weil sie in neopositivistischer Gestalt mechanistische Elemente enthalten, die bei *Karl R. Popper* besonders deutlich sind. Da *Jacques Monod* gesellschaftliche Erscheinungen, einem neueren Trend folgend, aus der Biologie erklären möchte, verfällt er auf die Annahme, die Kategorie der Entfremdung und die kulturkritischen Erscheinungen der Lebensangst seien dem Menschen eingeboren, dem genetischen Grundbestand des *Homo sapiens* unmittelbar zugehörig, nicht durch genetische Rekombination rezessiv unterdrückbar, gleichsam genetic load, aber dem ständigen Bauplan des Menschen zugehörig.

3 Ebenda: S. 216.

4 Ebenda.

5 Ebenda: S. 207.

Darüber aber stellte *Jacques Monod* keine biologischen Spekulationen an. Fast vollständig getrennt von den von *Monod* akzeptierten und von seiner Gruppe gefundenen Lösungen, die Teile des wissenschaftlichen Fortschritts geworden sind, rezipiert er spätbürgerliche rückschrittliche Kulturkritik, an die er sich im politischen Dschungel der Welt des Imperialismus verloren hat.

Der gesamte Komplex der Entfremdung erscheint *Monod* unabhängig von der Gesellschaftsformation, ist nicht als Erscheinung der kapitalistischen Waren Gesellschaft verstanden, sondern als bloße Funktion der Wissenschaft aufgefaßt, die die aus der menschlichen Gesellschaft abgeleiteten Wertvorstellungen zersetzt habe. Gleichgültig sei, ob mit *Platon* die Gesellschaft Entstehungsgeschichte im umgekehrten Sinne und Verfall der idealen Formen oder mit *Hegel* und *Marx* Geschichte das Versprechen der Befreiung des Menschen bedeute, ob menschliche Gesellschaft und Kosmos den gleichen ewigen dialektischen Gesetzen gehorchten⁶. Es sei ein Widerspruch zwischen beiden Typen, negativer und positiver Entwicklungsgeschichte und dem Fortschritt der Wissenschaften und der Technik entstanden. In den Naturwissenschaften habe sich auf der gegenwärtigen Stufe die „*Idee der objektiven Erkenntnis als der einzigen Quelle authentischer Wahrheit im Reiche der Ideen*“⁷ nach vielen Jahrtausenden durchgesetzt. Weil aber die alten ethischen Vorstellungen sich erhalten hätten, habe sich die Forderung nach „*asketischem Verzicht auf jede weitere geistige Nahrung*“⁸ nicht realisiert. Als Folge könne sich die angeborene Angst nicht beruhigen. Die angeborene Angst habe sich aufs höchste gesteigert. Der anthropomorph vermutete Bund des Menschen mit der Natur erweise sich als gescheitert (animistisch nennt *Monod* diesen Bund) und hinterasse „*anstelle dieser unersetzblichen Verbindung nur ein ängstliches Suchen in einer eisigen, verlorenen Welt*“⁹. Die auf dem Objektivitätspostulat begründete Wissenschaft stehe seit 300 Jahren mit dem Geiste des Menschen in Widerspruch, habe die moderne Gesellschaft erzeugt, Reichtum, Macht und die Aussicht auf noch viele größere Reichtümer und Möglichkeiten geschaffen¹⁰. Die unbewußte Entscheidung für eine wissenschaftliche Praxis habe aber die Gesellschaft in eine Sackgasse getrieben.

Der Fortschrittglaube des 19. Jahrhunderts hätte die Vorstellung erzeugt, diese Bahn müsse unfehlbar zu einer wunderbaren Entfaltung der Menschheit Anlaß geben. Heute sehe man, wie sich ein finsterer Abgrund vor den Menschen auftue¹¹. Die geistige Not der Moderne beruhe auf dem Vereinigen von „*Animismus*“ und Wissenschaft. Damit aber ständen die meisten Menschen der Wissenschaft (und nicht minder der auf sie gegründeten Technik) gleichgültig und sogar feindselig gegenüber. Man wolle sich die Wissenschaft zunutze machen, aber sie

6 Ebenda: S. 206.

7 Ebenda: S. 207.

8 Ebenda.

9 Ebenda.

10 Ebenda: S. 208.

11 Ebenda.

nicht respektieren und ihr dienen. Daraus entstehe eine Kluft und offenkundige Lüge. Mehr oder weniger deutlich diagnostiziert, rufe sie ein Gefühl von Furcht, wenn nicht gar Haß gegen die wissenschaftliche Zivilisation hervor. Die Abneigung äußere sich gegen die technischen Nebenprodukte der Zivilisation, gegen die Bombe, die Zerstörung der Natur und die bedrohliche Bevölkerungsentwicklung¹². *Monod* verlangt, jede Vermischung von Wertkategorien und Erkenntniskategorien aufzuheben, stets beide Arten von Kategorien streng auseinanderzuhalten. Jegliche Vermischung von Erkenntnis und Wertung sei zu verbieten. Dieses Verbot sei selbst eine moralische Verhaltensvorschrift. Logisch sei damit Erkenntnis und Wertung verbunden. Das Objektivitätspostulat gebe die Norm für die Erkenntnis, lege damit einen Wert fest und begründe eine Ethik der Erkenntnis¹³.

Marxistisch gesprochen, verzichtet *Jacques Monod* auf das Beachten der Produktionsverhältnisse und sucht die Entwicklung der Produktivkräfte von der Gesellschaftsformation sowie den Sachverhalten des Überbaus zu trennen, vornehmlich von den meisten Inhalten der Formen des Bewußtseins. Der Abscheu vor der wissenschaftlichen Zivilisation, wie es *Monod* nennt, und sämtliche Gefühle der Entfremdung finden doppelte Begründung. Einmal entstammen sie genetischer Fixierung, wären demnach also unaufhebbar. Zum anderen aber seien sie ein Produkt der gesellschaftlichen Entwicklung selbst. Marxistisch ausgedrückt, sind nach der Beschreibung *Monods* die geistigen Produktivkräfte, insoweit sie Wissenschaft als potentielle Produktivkraft sind, in Widerspruch mit den Wertvorstellungen der sämtliche bisherigen Gesellschaftsformationen beherrschenden Ideologie geraten. In dem zweifachen Beweisversuch aber ergibt sich bereits eine Kluft, da sich die biologistische Begründung nicht mit der aus der gesellschaftlichen Entwicklung abgeleiteten Situation deckt. Gilt die zuerst von *Monod* gegebene Begründung, dann erübrigt sich die zweite. Gälte die zweite, dann brauchte man nicht die erste. Wäre aber die Ansicht *Monods* real, man könne auf sogen. wissenschaftliche Objektivität eine neue Wertung gründen, ohne Erkenntnis und Ethik zu vermischen, dann wäre gerade das von *Monod* geforderte Verbot des Vermischens von Wertkategorie und Erkenntniskategorie durchbrochen. Was aber „wissenschaftliche Objektivität“ genannt wird, erweist sich als Biologismus, d.h. als Übertragen von Sachverhalten aus der Natur in die Gesellschaft. *Monod* meint schließlich, die Entfremdungsgefühle entstanden aus einem Unterschätzen des biologischen Menschen, der durch die animistischen Systeme erniedrigt werde und dem man Gewalt antue¹⁴. Der Mensch sei in seiner Sonderbarkeit ein einmaliges Tier, dem Reich der Natur und der Ideen unterworfen, durch jenen Zwiespalt zugleich gepeinigt und bereichert¹⁵. Die „Ethik der Erkenntnis“ ermutige den Menschen, dieses Erbe auf sich zu nehmen, damit

12 Ebenda: S. 209 f.

13 Ebenda: S. 214 f.

14 Ebenda: S. 217.

15 Ebenda.

der Mensch nicht mehr seine tierische Beschaffenheit mit Schrecken und Abscheu an sich wahrnehme, sie auf sich nehme und, wenn nötig, auch beherrsche. Keine andere Gesellschaft habe eine ähnliche Zerrissenheit erlebt¹⁶ wie die gegenwärtige.

Charakteristisch ist, daß *Monod* sich selbst als von dieser Zerrissenheit ergriffen auffaßt. Bei Licht besehen, reduziert sich der Vorschlag einer Befreiung ausschließlich auf das Anerkennen der biologisch-natürlich gegebenen Eigenschaften des *Homo sapiens*. Damit ist aber nicht viel gewonnen. *Monod* ist nicht daran interessiert, wie denn das „Reich der Ideen“ überhaupt zu entstehen und sich zu entwickeln vermochte, auf welcher Grundlage die nichtbiologischen Eigenschaften des „sonderbaren Tieres“ entstehen konnten.

Will sich ein Theoretiker mit dem Marxismus-Leninismus auseinandersetzen, wie es *Monod* vorgibt, müßte er sich mit der Wechselbeziehung von Produktivkräften und Produktionsverhältnissen als Beziehungen zwischen Klassen beschäftigen. Das Verhältnis von Wissenschaft zur Technik und beider zu den Eigentumsverhältnissen läßt sich dabei nicht ausgliedern. *Monod* aber beschränkt sich auf das Verhältnis von Wissenschaft zur Ethik, ohne auf die materiellen Strukturen einzugehen, die Wissenschaft entstehen lassen. Gemäß der Entdeckung von *Marx* sind die gesellschaftlichen Strukturen ebenso materiell wie die von Menschen nicht veränderte Natur. Da erstere nicht in die Untersuchung einbezogen werden, bleibt für *Monod* das biologische Individuum bestimmd. Es verlange gleichsam eine Neuentdeckung. Damit aber ist die gesamte Geschichte der menschlichen Gesellschaft, die sich zunächst ausschließlich durch das Benutzen von Produktionsinstrumenten auszeichnet, für die Wissenschaft von der Gesellschaft als überflüssiges Moment angesehen. Der innere Widerspruch dieser Position verdeutlicht sich durch das Erwähnen jenes Reichen der Ideen, dessen Entstehen grundlos scheint, keine Differenzierung findet, letztlich unhistorisch aufgefaßt ist, da das Wirken von Wissenschaft bloß für die letzten dreihundert Jahre gelten soll, zu *Platons* Zeiten aber bereits wirksam war und außerdem noch weiter zurückgeht. Da sich die menschliche Gesellschaft aber in ihren Frühstadien mit dem Anwenden von Produktionsinstrumenten durch den *Homo erectus* vor vielleicht zweieinviertel Millionen Jahren oder mehr vorzubereiten begann, ist jener ganze Prozeß ausgeschaltet, den *Friedrich Engels* unter die Menschwerdung des Affen durch die Arbeit subsumiert, gleichgültig in welchen zeitlichen Perioden sie sich in nicht den sonstigen Tieren zugehörigen Eigenschaften manifestierte.

Weil *Monod* die Gesamtheit dieser Vorgänge nicht beschäftigt, die hier im einzelnen nicht zur Erörterung anstehen, muß er mit Notwendigkeit dem Kulturreessimismus verfallen, den er als allgemeine Erscheinung der Gegenwart zu verstehen sucht. Damit aber ist nicht berücksichtigt, daß im Verlaufe der aus Überresten ideeller Produkte interpretierbaren Geschichte die Auseinandersetzung von Weltanschauungen zu verfolgen ist, die sich mit der Funktion der materiellen

16 Ebenda: S. 209.

Produktionstätigkeit befaßt, sie vernachläßigt oder zu untersuchen beginnt. Die Arbeiterklasse versteht ihre eigene Rolle in der Geschichte und diese selbst erst seit der Begründung des dialektischen und des historischen Materialismus. Aus der Lehre von der Einheit der Welt in ihrer Materialität, einem wesentlich weltanschaulichen Faktor der revolutionären Theorie ergibt sich die Möglichkeit, die Gesamtheit der Erkenntnisse von Natur und Gesellschaft in den Lebensprozeß der Arbeiterklasse und ihrer Partner zu integrieren.

Monod bleibt der Spezifität der spätbürglerlichen Aversion gegen Technik und Wissenschaft verhaftet. Wenn er aus der Biologie ableitet, der Mensch befindet sich in einer eisigen, verlorenen Welt, sei ein „*Zigeuner am Rande des Universums*“¹⁷ das natürlich für seine Musik taub und gleichgültig gegen seine Hoffnungen, Leiden oder Verbrechen ist, wertet er prinzipiell ab, was als gesellschaftliches Produkt entstanden ist. In den „Philosophischen Heften“ formuliert *Lenin* in seiner kritischen Analyse *Hegels*: „*Die Begriffe sind das höchste Produkt des Gehirns, des höchsten Produkts der Materie*“¹⁸. Was die verschiedenen aufeinanderfolgenden Gesellschaftsordnungen geschaffen haben, bedeutet unter einem der verschiedenen möglichen und wesentlich zu berücksichtigenden Aspekte, daß die Natur innerhalb der menschlichen Gesellschaft zum Selbstverständnis gelangt. Es handelt sich um eine der im Primat der materiellen Wirklichkeit, der Existenz von Partikeln, Quanten, Wellen und Feldern, materiell vorhandenen Möglichkeiten, die sich auf dem Stern Terra realisiert hat, der Wahrscheinlichkeit nach sich sicherlich in einer der vielen Galaxien annähernd gleicher Entstehungszeit verwirklichte, vielleicht auch in irgendeinem Teil unserer Milchstraße. Wie oft das geschehen ist, wissen wir gegenwärtig nicht. Daß aber die Natur durch das Entstehen der menschlichen Arbeit und vor allem der Produktionsinstrumente, die zuerst durch den menschlichen Kopf gegangen sein müssen, bevor sie materielle Existenz annehmen, den Kosmos und wesentliche Momente gesellschaftlicher Entwicklungsstrukturen zu begreifen vermochte, ist ein Faktum. Dem Ziel nach angelegt, ist es, wie mit Gewißheit gesagt werden kann, nicht. Daß es als Möglichkeit vorhanden war und ist, läßt sich hingegen mit Gewißheit konstatieren. Als eingetretenes Ereignis gehört es unter die Kategorie der Gewißheit.

Klassifiziert *Monod* menschliche Geschichte als Lüge, dann enthistorisiert er die Gesamtheit der Ansätze, Versuche, Hypothesen und Teilerkenntnisse, die zu dem gegenwärtigen Stand hinführten und ständig sich erweiternde Horizonte aufgerissen haben. *Jacques Monod* begnügt sich, in der Geschichte bloß auf jene Ideologien zu verweisen, deren Skepsis mit den sich ausweitenden Möglichkeiten nicht zurechtkommt und die gesamte überprüfbare Geschichte begleitet. *Karl Marx* hat in jenen bekannten, häufig mißverstandenen Worten erklärt: „*Die Industrie ist das wirkliche geschichtliche Verhältnis der Natur und daher der Natur*

wissenschaft zum Menschen...“¹⁹ Im Gegensatz zu *Hegel* faßt *Marx* Industrie und Arbeit in ihren positiven und negativen Aspekten, wobei die dialektische Negation Aufheben und Entwicklung impliziert. Von gewöhnlichem Fortschrittsgläuben oder bloßer Wissenschaftsgläubigkeit ist keine Rede. Im Gegenteil. Die materialistische Widerspruchsdialektik lehrt, das Gegensätzliche in den materiellen Objekten, ihren Entwicklungsprodukten, sowohl in der Industrie wie in den begrifflichen Produkten zu berücksichtigen. Bleibt *Monod* in dem Gegensatz von „*Objektivitätsforderung*“ der Wissenschaften und der Ethik, dann begrenzt er die Aufmerksamkeit auf zwei differente Formen des Bewußtseins, deren Beziehung auf die Produktionsinstrumente und die in der Gesamtheit der materiellen Relationen vergegenständlichten Ideen entfällt. Durch das Fehlen dieser Analyse entsteht die Abstraktheit, mit der Wissenschaft und Industrie als verschiedene Seiten der Entfremdung aufgefaßt werden, die materielle Technik und ihr geistiger Vorlauf unter allgemeines Verdikt geraten.

Monod begreift nicht die Befangenheit in spätbürglerischer, imperialistischer Ideologie, wenn er die Entfremdung durch ihre Bindung an genetische Informationseinheiten als unaufhebbar deklariert. Der imperialistischen Gesellschaft erscheint es erträglicher, Aversion gegen Zivilisation verbreitet vorzufinden, als etwa in gleicher Ausdehnung die Theorie der Beziehungen zwischen Basis und Überbau sowie der Dialektik zwischen Klassenstruktur der Gesellschaft und den Auswirkungen von Technik und Wissenschaft. Welche Klasse den wissenschaftlich-technischen Fortschritt und die Revolutionierung von Produktionsweise und Wissen ausnutzt, bleibt für die Möglichkeit des Ablaufs schädlicher Auswirkungen auf die Natur und den gesellschaftlichen Entwicklungsprozeß entscheidend. *Jacques Monod* fühlt sich verloren in einer eisigen Welt des Kosmos und der Wissenschaften. Die mit dem Werkzeuge benutzenden und herstellenden Tier entstandene qualifizierte Neugierde erscheint ihm gemäß *Friedrich Nietzsche* als zigeunerhaftes Umherschweifen. Das Nomadisieren bedeutet auf dieser Erde eine bestimmte Kulturstufe, die sich bis in die Gegenwart sporadisch oder bestimmt in einigen Regionen erhielt, ohne daß damit eine Disqualifizierung der es betreibenden Gruppen verbunden sein sollte. Die im Erkennen sich befriedigende und ständig neusetzende Neugier ist ebenfalls ein gesellschaftliches Produkt, nach *Marx* sehr prosaisch als Steigerung der organischen und speziell technischen Zusammensetzung gesellschaftlicher Fonds aufgefaßt, in der die wertmäßige Zusammensetzung ein Maß für den in ihr sich entfaltenden gesellschaftlichen Reichtum bedeutet. Im *Einstein-Friedmann*-Universum kommt das Entstehen der Milchstraßen und der Prozeß ihres Entstehens auf den Begriff. Hier und heute werden rund 18 Milliarden Lichtjahre vorstellbar. Als Erkenntnis sind sie Nebenprodukt der Ausdehnung des Wissens, der Klassenkämpfe, der gesellschaftlichen Entwicklung. Sie prägen einen Teil des Weltbildes.

17 Ebenda: S. 209, 211.

18 W. I. Lenin: Philosophische Hefte. In: W. I. Lenin: Werke. Bd. 38. Berlin 1964. S. 156.

19 K. Marx: Ökonomisch-philosophische Manuskripte. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Ergänzungsbd. Erster Teil. Berlin 1968. S. 543.

So objektiv und in Veränderung begriffen das Bild eines sich in der Zeit gesetzmäßig verändernden Kosmos ist, so objektiv sind die verschiedenen möglichen Integrationen in das Weltbild. Wird die menschliche Gesellschaft „an den Rand des Universums“ gedrängt, so gerät in Vergessenheit, daß der theoretische und empirische Blick in den Kosmos Ergebnis der gesellschaftlichen Entwicklung darstellt und die menschliche Gesellschaft auf dem Hintergrund der kosmischen Evolution in ganz anderer Weise erscheint, als wenn man den Kosmos unveränderlich, die Arten als konstant und den Menschen sich stets selbst gleich auffassen wollte. Die Entwicklung der Natur und des Bios wurde erst nachgewiesen, nachdem Marx einen notwendigen Übergang von einer Gesellschaftsformation zur anderen nachgewiesen hatte. Den Unterschied des Klassenstandpunktes macht aus, ob man mit Monod von der Biologie oder irgendeiner anderen Disziplin auf den 3° Kelvin Kosmos eines expandierenden Universums starrt, anstatt auf die Möglichkeiten gesellschaftlicher Entwicklung durch die Arbeiterklasse und die bereits vollzogene Einengung des Imperialismus hoffnungsvoll zu blicken.

Von den in der modernen Biologie wichtig gewordenen Kategorien des Zufalls und der Notwendigkeit macht Jacques Monod keinerlei Gebrauch, soweit er bemüht ist, gesellschaftlichen Pessimismus als faktisch unaufhebbar zu setzen. Auf die Kritik notwendiger Entwicklung, die der historische Materialismus setzt, wird noch zurückzukommen sein, nachdem ein kurzer Überblick über einige von der Biologie her diskutierte philosophische Kategorien, die Monod behandelt, gegeben worden ist. Vorweg sei bemerkt, daß Monod von der Voraussetzung ausgeht, daß sich philosophische Kategorien in der Biologie und auch in den anderen Naturwissenschaften aufdrängen, also sich philosophische Reflexion in den Naturwissenschaften als *notwendig* herausstellt. Wie weit dabei mit mechanischem Materialismus auszukommen ist, wird sich herausstellen.

Ausführlich befaßt sich Monod mit dem Mechanismus der allosterischen Wechselwirkungen und ihrer Funktion im Laktose-System von Escherichia coli, dem bisher fast einzigen annähernd erforschten enzymatischen Regelungssystem, das die genetische Ebene einbezieht. Die 1969 erfolgte Isolierung reiner lac-Operon-DNS von Shapiro, Eron und Beckwith mit Aussicht auf spätere, allerdings wahrscheinlich ungezielte Manipulierung genetischen Materials beruht auf den von Monod ursprünglich inaugurierten Entdeckungen. Die allosterischen Wechselwirkungen sind nach Monods Darstellung durch diskrete Veränderungen in der Molekularstruktur des Proteins bedingt, die zwei und mehr Strukturzustände annehmen kann. Das Protein vermag sich dadurch unter Ausschluß der anderen Möglichkeiten mit einem bestimmten Liganden zu assoziieren und zugleich mit einem Substrat, das sich mit einem anderen Bereich des gleichen allosterischen Moleküls vereinigen kann²⁰.

Es handelt sich um diskrete Zustände der allosterischen Molekularstruktur, wobei das Enzym drei oder vier Potentiale mißt, summiert und einen Schwellen-

20 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 88–99.

effekt in Gang setzt. Die Wechselwirkungen zwischen etwa drei Liganden sind kooperativ oder antagonistisch, aber gänzlich indirekter Art. Es gibt keine Wechselwirkung zwischen den Liganden, nur zwischen dem Protein und jedem einzelnen Liganden. Die Regulation, Repression und Induktion beschreibt Monod als doppelte Negation, aus der eine Affirmation hervorgeht. Sie führt nicht auf Neues, sondern zur Wiederholung „des ursprünglichen Satzes, wie er entsprechend dem genetischen Code in der Struktur des DNS niedergeschrieben ist“²¹. Die Logik dieser biologischen Regelsysteme „gehört“ aber nicht, wie Monod betont, der Hegelschen Logik, sondern der Booleschen Algebra²², eine zutreffende Feststellung. Allerdings ist dabei unbeachtet geblieben, daß Determination stets Verneinung bedeutet, ein von Engels als entschieden dialektisch verstandener Satz. Aus der chemischen Unabhängigkeit zwischen Funktion und Beschaffenheit der chemischen Signale leitet Monod den Begriff der Zwangsfreiheit ab. Das allosterische Enzym erfüllt katalytische Funktion und Regelungsfunktion.

Aus der Tatsache sogen. Zwangsfreiheit ergibt sich bei Monods Untersuchung ein erster Widerspruch. Da *keine* chemisch notwendige Beziehung zwischen Struktur und Reaktionsfähigkeit vorliegt, vermag die Evolution der Moleküle „ein ungeheures Netz von Steuerungskontakten“²³ aufzubauen, die den Organismus zu einer autonomen Funktionseinheit mache, deren Leistungen die Gesetze der Chemie zu übertreten, wenn nicht gar zu entziehen gestatten²⁴. Die Proteinstruktur andererseits wird „frei und willkürlich durch die Genstruktur diktiert“²⁵.

Was versteht nun Monod unter der Bemerkung, die Leistungen der autonomen Funktionseinheit *scheinen* die Gesetze der Chemie zu übertreten? Aus dem weiteren geht hervor, daß Monod damit die spezifische biologische Funktion meint, die sich auf einer besonderen Struktur der Moleküle aufbaut und bloß durch deren Struktur möglich wird. Dazu gehört die „völlig freie, Wahl der Steuerungsmechanismen“²⁶, womit physiologische Zwänge möglich werden. Zwanghaftes Diktieren durch die Genstruktur steht der Zwangsfreiheit als bedingtem Zufall gegenüber. Ihre nicht chemisch, sondern genetisch bedingte Funktionsweise gestattet als Grundlage der makroskopischen Evolution eine Entwicklung der Moleküle, die aus der Mikrodimension in der Makrodimension zur Manifestation kommt. Manfred Eigen macht gegen Monod übrigens den Einwand, in dessen Analyse werde behauptet, die Zufälligkeit der Ereignisse in der Mikrodimension hebe sich durch das Gesetz der großen Zahl in der Makrosphäre auf. Hingegen sei zu betonen, wie der „unbestimmte“ Elementarprozeß durch etwa autokatalytische Verstärkung sich zum makroskopischen Ereignis auf-

21 Ebenda: S. 96.

22 Ebenda.

23 Ebenda: S. 98.

24 Ebenda: S. 99.

25 Ebenda.

26 Ebenda: S. 98.

schaukeln, die elementare Unschärfe sich auch makroskopisch „abbilde“²⁷, woran Monod sicherlich in keiner Hinsicht zweifelt. In Polemik gegen den Holismus versichert Jacques Monod, die Eigenschaften komplexer Systeme wie der Organismen ließen sich nicht einzeln und allein auf die Summe der Eigenschaften ihrer Teile zurückführen. Sie verlangten unbedingt analytisches Verfahren, das die Molekulärbiologie heranzieht²⁸. Monod meint, gegen Hegel zu polemisieren, wenn er organizistische Thesen²⁹ und eine allgemeine Theorie der Systeme³⁰ ablehnt, die ihm zu vage vorkommt. Einzelwissenschaftlich und philosophisch verhält es sich aber anders.

Der dialektische Satz, das Ganze sei *mehr* als die Summe seiner Teile, entspricht exakt dem von Monod geschilderten Sachverhalt. Durch die molekulärbiologische Regelung und die sterospezifischen Eigenschaften der Moleküle, die genetisch gesicherte Invarianz und die sogen. Zwangsfreiheit erfolgt eine Dominanz des Zusammenhangs, die Monod mit folgenden Worten schildert: „An zweiter Stelle sehen wir durch die Erkenntnis der Zwangsfreiheit, wie und warum diese molekularen Regelungswechselwirkungen, die sich den chemischen Wechselwirkungen entziehen, allein aufgrund ihrer Beteiligung am Zusammenhang des Systems ausgewählt werden konnten.“³¹ Das „Ganze“ verweist auf den Zusammenhang des Organismus, der baukastenmäßig einzelne Leistungen der Geschichte des werdenden Organismus zusammenfaßt, die besondere Leistung der Art repräsentiert und durch die „Zwangsfreiheit“ einen Spielraum für die molekulare Leistung erhält, durch die Invarianz der Vererbung die Kontinuität sichert, durch die diskontinuierlichen Zustände der Moleküle den Aufbau des Organismus und seine Veränderung durch Mutation gestattet. Naturgesetzlich ist das Diktat der Gene, die partielle Zwangsfreiheit der Funktion zur Erhaltung und zur Veränderung der Art. Die Funktionen der durch Gene geregelten Proteinsynthese sind aber häufig für mehrere oder viele Arten zuständig, so daß das Mosaik der Folge der Informationseinheiten in DNS und RNS die besondere Leistung des Ganzen bestimmt, seine Fähigkeit, unter verschiedenen Umweltbedingungen sich zu behaupten, unterschiedliche Mutationen zur Selektion anzubieten, Nischen im Biotyp auszunutzen, Regelungseinheiten über längere Folgen von Entwicklung unverändert zu übernehmen, wenn stets mögliche Mutationen keinen Selektionsvorteil bieten.

Andererseits ist Monods Behauptung zutreffend, daß die mikroskopischen Systeme der Lebewesen in der Potenz des Steuerungsnetzes über das hinausgehen, was die Globalleistungen der Organismen vermuten lassen³². Den Organismus bloß als schwarzen Kasten aufzufassen verschließe dessen Inneres. Um

das Ganze zu verstehen, wird eine weitgehende Kenntnis der Teile benötigt. Den Organismus selbst zu kennen läßt sich aber nicht entbehren, um so mehr als jede Veränderung der genetischen Information auf molekularem Niveau ansetzt. Die Dialektik vollzieht sich zwischen genetischem Substrat, Erhaltung der Struktur und Mutation, der durch Selektion auf die Veränderung der Art sich auswirken den Umweltveränderungen.

Mit dem Betonen des Zufälligen in der Natur wendet sich Monod gegen den Mechanismus, dem er sich vollständig verhaftet behauptet. An der Sequenz der Aminosäure-Radikale im Protein demonstriert er, in welchem Sinne die Strukturen der Proteine zufällig sind. Aus einer genauen Kenntnis von 199 Bausteinen lasse sich der zweihundertste nicht ableiten. Aus einem Kartenspiel, dessen Karten als Aminosäuren berücksichtigt, lassen sich Zufallsfolgen erzeugen, die sich von den Folgen in natürlichen Polypeptiden nicht unterscheiden lassen³³. Aus einem in diesem Sinne „völlig blinden Spiel des Zufalls“³⁴ sind damit per definitionem alle Eigenschaften des Organismus zu erzeugen, auch etwa das Sehen. Die Selektion arbeitet an den Zufallsprodukten und prüft sie auf ihre Funktionsfähigkeit. Die Erfordernisse der Selektion erzeugen den Zweck, die sogen. teleonomischen Strukturen, die *nicht* elementar in den molekularen Strukturen angelegt sind. Daraus aber folgert Monod: „Ihr Wirkungsfeld ist ein Bereich strenger Erfordernisse, aus dem jeder Zufall verbannt ist. Ihre meist aufsteigende Richtung, ihre sukzessiven Eroberungen und die geordnete Entfaltung, die sie widerzuspiegeln scheint, hat die Selektion jenen Erfordernissen und nicht dem Zufall abgewonnen.“³⁵

Was sich in dem Betonen des Zusammenhangs und der Polemik gegen bloße Summation der Elemente und das Vernachlässigen der inneren Struktur der molekularen Ebene andeutete, zeigt sich in der definitorischen Beschreibung der Evolution der Organismen. Monod formuliert die Notwendigkeit der Entwicklung zu höheren Stufen, selbstverständlich nur solange sie aufgrund der Erdbedingungen möglich ist. Der zufällige Aufbau der Proteine und das mutative Verändern der Genstrukturen verhindern nicht diese „meist aufsteigende Richtung“, die der dialektische Materialismus als Gesetzmäßigkeit bezeichnet. Zeigt Monod den Mechanismus, aus dem sich unter den Organismen diese Tendenz durchsetzt, ohne daß sie zuvor als Zweck präformiert angenommen werden müßte, dann schildert Monod unbewußt eine dialektische Gesetzmäßigkeit, der auch in der Gesellschaft größte Bedeutung zukommt. Wie sich dabei Monod mit der Gültigkeit des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik auseinandersetzt, sei hier nicht erörtert³⁶. Wichtiger ist, daß sich eine Irreversibilität der aufsteigenden

27 M. Eigen Vorwort in: J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. XI.

28 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 100.

29 Ebenda.

30 Ebenda: S. 101.

31 Ebenda.

32 Ebenda.

33 Ebenda: S. 121.

34 Ebenda: S. 122.

35 Ebenda: S. 150.

36 Vgl. M. Eigen Vorwort in: J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. XIII f.; P. Jaegle: Entropie, information, invariance. In: La Nouvelle Critique. Nr. 42. 1971; J. Ninio: Réflexions d'un biologiste. In: La Nouvelle Critique. Nr. 42. 1971.

Tendenz durchsetzt, obwohl die zufälligen Ereignisse *nicht* gerichtet an der Invarianz des genetischen Substrates ansetzen. Vielleicht hätte *Monod* betonen sollen, daß die Frequenz der Mutationen in ihrer Eigenschaft als zufällige, nicht gerichtete Ablesefehler selbst der Selektion unterliegt. Das wäre wichtiger als die Spekulation über eine Zeitumkehr, die *Monod* benötigt, um gerade umgekehrt die aufsteigende Richtung der Evolution zu belegen.

Der von *Monod* geführte Nachweis der „*Unermeßlichkeit des Zufalls*“³⁷, der sich als Mutation äußert, sichert die Feststellung erichteter Evolution gegen den Einwand etwaiger in der Natur verwirklichter Teleologie. An der Funktion der Antikörper führt *Monod* den gleichen theoretischen Ansatz durch, um das zufällige Moment in der Reaktionsweise auf die unterschiedlichen Antigene zu beleben³⁸. Unabhängig von der Analogie zum zweiten Hauptsatz der Thermodynamik begründet *Monod* die gerichtete Evolution und ihre Unumkehrbarkeit aus der großen Zahl unabhängig voneinander erfolgender Mutationen. Ist die einfache punktuelle Mutation umkehrbar, so werden die Mutationen statistisch irreversibel durch die Fülle der unabhängigen Ereignisse, die schließlich in die geschlechtliche Rekombination eingegangen sind.

Wieweit das Zufällige als gesetzmäßig aufzufassen ist, bleibt bei *Monod* allerdings ungewiß. Konfrontiert mit der Notwendigkeit, scheint er der Auffassung zuzuneigen, das Wirken des Zufalls sei als nicht gesetzmäßig zu verstehen, das Notwendige hingegen der Prototyp der Gesetzmäßigkeit. *Hegel* bestimmte, ohne der Natur Entwicklung zuzubilligen, Notwendigkeit und Zufälligkeit als den unaufgelösten Widerspruch. In dem Verhältnis von Möglichkeit und Wirklichkeit erscheint die realisierte Möglichkeit als Wirkliches und Zufälliges³⁹. Der Gegensatz von Zufall und Notwendigkeit ist damit insofern aufgehoben, als zwischen beiden Kategorien keine starre Grenze zugelassen ist, das Notwendige als Zufälliges gilt, das Zufällige als Notwendiges. Da *Hegel* Gesetzmäßigkeit als notwendiges Verhältnis versteht, muß er die wechselseitige Beziehung auch für diese beiden Kategorien gelten lassen, obwohl sie konkret beziehungslos gegenüberzustehen scheinen. Jedenfalls ist die Hegelsche Interpretation antiteologisch, obwohl für das Hegelsche System sich die absolute Idee als vorgegebenes Ziel in die Wirklichkeit entäußert, wie es seiner idealistischen platonisierenden Konzeption entspricht.

Friedrich Engels gesteht in der Entwicklung der Organismen dem Zufall eine beträchtliche Funktion zu, nachdem er mit *Darwins* Arbeiten näher bekannt geworden war. Er bezieht sich auf *Hegel*, wendet sich gegen gedankenlosen mechanischen Determinismus und beruft sich auf die „Logik“ *Hegels*, nach der das Zufällige einen Grund hat, weil es zufällig ist, und ebenso sehr auch keinen Grund hat, weil es zufällig ist; daß das Zufällige notwendig ist, daß die Notwendigkeit

37 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit.

38 Ebenda: S. 155 f.

39 G. W. F. Hegel: Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften. Leipzig 1920. §§ 143–147, 248 ff.

sich selbst als Zufälligkeit bestimmt und daß andererseits diese Zufälligkeit vielmehr die absolute Notwendigkeit ist⁴⁰. Wenn sich *Monod* bemüht, Einwände gegen die Engelssche Naturdialektik zu erheben, so sei festgehalten, daß *Engels* die Funktion des Zufälligen im Anschluß an *Darwin* betonte und hervorhob, welche Bedeutung der Darwinismus für die Veränderung der Vorstellung von der Notwendigkeit besessen hat. In einigem greift das philosophische Denken den Ergebnissen der Einzelwissenschaften vor, in anderen Fällen entstehen aus diesem neuen Einsichten, die ihrerseits philosophisch zu reflektieren sind. Aus der Analyse des „Kapitals“ ergab sich für *Marx*, man solle in der kommunistischen Gesellschaft solche Sachverhalte wie Fonds zur Deckung des Ersatzes verbrauchter Produktionsmittel, zusätzliche Fonds für Ausdehnung der Produktion, Reserve und Assekuranzfonds gegen Mißfälle, Störungen durch Naturereignisse und anderes durch Wahrscheinlichkeitsrechnung kalkulieren⁴¹.

Obwohl die Konfrontation von Zufall und Notwendigkeit seit *Demokrits* Hypothese des Atomismus zur Debatte steht (*Monod* beruft sich zutreffend auf *Demokrit*), seit *Cardano* 1520 die Wahrscheinlichkeit mathematisch genauer untersucht wird und im 17. Jh. erste Anwendungen durch *Petty* auf gesellschaftlicher Entwicklungsprozesse gelingen, blieben die Probleme unklar. *Demokrits* Auffassung des Zufalls gilt als Kennzeichen von Materialismus und Atheismus radikalster Art. In den verschiedenen Schulen des Idealismus dient der Zufall zur Demonstration angeblicher Unerkennbarkeit der Welt, als Merkmal eines unerforschlichen Ratschlusses, der nicht der Gesetzmäßigkeit unterliege. In der Theorie der Wahrscheinlichkeitsrechnung entstanden im Laufe des 17. Jh. und 18. Jh. theoretische Instrumente, deren Benutzen in Technik und Gesellschaft auf Schwierigkeiten stieß, obwohl man ständig auf Anwendung ausging, und zwar auf Prognosen für das Glücksspiel und gesamtgesellschaftliche Prozesse bis hin zur Voraussage für das Bilanzieren des Exports und des Imports sowie der dafür benötigten Manufakturproduktion in den damals entwickeltesten Ländern. Erst allmählich reichert sich die benötigten einzelwissenschaftlichen Kenntnisse an, wozu Ergebnisse wie die Mendelschen Gesetze, die Thermodynamik, die Übergangswahrscheinlichkeiten in der Quantenphysik gehören. Das Auftreten von bedingtem Zufall schockt in der Molekularbiologie noch immer. In den Naturwissenschaften muß die Art des Auftretens von Zufall und der Typus der als Zufall vorhandenen Regelmäßigkeiten genau untersucht werden, ebenso wie in den Gesellschaftswissenschaften. Daß dabei Gesetze von mindestens ebenso weitreichender Stringenz gefunden werden, wie sie der Mechanik zugehörige Funktionen bieten, setzt sich erst allmählich durch.

Monod unterscheidet zwei Arten von Zufall. Der eine Typus von Unbestimmtheit lasse sich zum großen Teil beseitigen, die Wahrscheinlichkeits-

40 Siehe: F. Engels: Dialektik der Natur. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 20. Berlin 1962, S. 489, bes. Anm. 2.

41 K. Marx: Kritik des Gothaer Programms. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 19. Berlin 1962. S. 19.

rechnung werde nur aus methodologischen Gründen benutzt⁴². Die Unbestimmtheit sei nicht wesensmäßig. Die andere Situation ergebe sich aus der Überschneidung zweier voneinander völlig unabhängiger Kausalketten. Monod wandelt den schon von Spinoza gegen den Rückgriff auf das „asylum ignorantiae“ benutzten fallenden Ziegelstein⁴³ ab: Ein zu einem Kranken gerufener Arzt wird durch den Hammer eines Klempners getötet, der ihn aus Versehen vom Dach auf die Straße fallen lässt⁴⁴. Für die absolute Koinzidenz sei die totale Unabhängigkeit der beiden Ereignisreihen charakteristisch. Monod vergleicht diesen Fall mit der vollständigen Unabhängigkeit der Ereignisse, die einen Ablesefehler in DNS oder RNS hervorrufen, und der funktionalen Veränderung in und durch das Protein, dessen Aufbau durch erstere gesteuert wurde. Das Betonen der zweiten Variante wendet sich gegen die wiederholten Behauptungen, es könne vom Protein eine gezielte Veränderung des genetischen Substrats und damit eine zweckhafte Adaption erfolgen⁴⁵. Der spezielle Typus der Mendelschen Gesetze findet sich bei Monod übrigens nicht erwähnt. Die Aufspaltung in der zweiten Filialgeneration erfolgt gesetzmäßig, zufällig für das einzelne Individuum, und unterliegt dem Gesetz der großen Zahl. Ohne Benutzen der von Monod erwähnten „Wurfmechanik von hoher Präzision . . . , durch die sich die Unbestimmtheit des Resultats zum großen Teil beseitigen lässt“⁴⁶, bietet die Wahrscheinlichkeitsrechnung innerhalb eines bestimmbaren Intervalls auch ohne jene Wurfmechanik Genaugigkeit, die bei der natürlichen Schwingung von den als Atomuhren verwendeten Molekülen geradezu sprichwörtlich und technisch wichtig ist.

In der zuvor erwähnten philosophischen Debatte ergibt sich als Resultat die Einheit von Zufall und Notwendigkeit, woraus sich die Gesetzmäßigkeit beider von jenen Kategorien bezeichneten Erscheinungen folgern ließ. Für die moderne Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist es unerheblich, wie weit das als Zufall eintretende Ereignis determiniert ist oder seine Unbestimmtheit in der Quantenstruktur der Materie besitzt. Stochastische Folgen lassen sich in zahlreichen technischen Prozessen etwa in Bedienungsproblemen klassifizieren, abbilden und rationell technisch behandeln. Die spezifische Variabilität von Ereignisfolgen erweist sich in der Natur und Gesellschaft als eine Gruppe von Erscheinungen gehäuft Auftretens. Es ergeben sich Ähnlichkeiten im Muster, wodurch Voraussagen möglich werden, die allerdings nicht das Eintreten eines einzelnen Ereignisses betreffen. Sie beziehen sich auf das Wahrscheinlichkeitsfeld, in dem jene Ereignisse vorkommen, für die eine gewisse Erwartungswahr-

42 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 142 f.

43 B. Spinoza: Ethik. Leipzig 1922. S. 38 f., Anhang zu Lehrsatz 36.

44 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 143.

45 Vgl.: H. Ley: Zu den Kategorien Zufall und Determinierung in der modernen Genetik. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Math.-Nat. R. 1966. Heft 4/5; H. Ley: Zur Methodologie und Weltanschauung in der modernen Genetik. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Math.-Nat. R. 1955. Heft 4/5.

46 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit, S. 142.

scheinlichkeit angebbar ist, wie sie Monod in seinem Kartenbeispiel vorbringt. Das Einzelereignis ist – wie gesagt – nicht voraussagbar, wobei alle oder einige Parameter fehlen können, um es genauer zu charakterisieren oder etwa eine genaue Zeitkoordinate für sein Eintreten angeben zu können. In der Genetik fehlen gleichsam alle Parameter. Allerdings handelt es sich wie in jedem zufälligen Geschehen um *bedingten* Zufall, nicht um absoluten, da die Mutationen stets an einem vorhandenen genetischen Substrat auftreten, die Anzahl möglicher Mutationen bei gegebenem Reparaturmechanismus der vorliegenden Doppelhelix in Abhängigkeit von der Strukturkenntnis mit einem bestimmten Intervall abschätzbar ist. Werden im Experiment artificieller Erzeugung von Mutationen gewisse Häufigkeiten gefunden, dann lässt sich das Ergebnis auf analoge Vorgänge übertragen, bei denen etwa für agrikulturelle Zwecke eventuell nützliche Mutationen ausgelesen werden sollen.

Den zweiten Teil vorstehender Überlegungen hat Jacques Monod nicht ange stellt, da für das Verständnis der Mutationen die relative Unabhängigkeit der Kausalketten und das stochastische Eintreten erwünschter oder meist unerwünschter Ereignisse, mit denen die Natur aber fertig wird, maßgeblich sind. Fixiert von dem Problem des Zufalls in seinem Fachgebiet, übersieht er die Bedeutung von Wahrscheinlichkeitsüberlegungen für Voraussagen auf den verschiedenen Gebieten der Natur und der Gesellschaft sowie die Eingliederung von Zufall und Notwendigkeit in die umfassendere Kategorie der Gesetzmäßigkeit. Monods Urteil über Fragen der Geschichte überhaupt und den historischen Materialismus im besonderen trifft damit exakt daneben. In der Molekularbiologie kommt es auf die Nichtvoraussagbarkeit des Ereignisses an, in der Geschichte auf die qualitative Voraussagbarkeit von Prozessen, deren tatsächliches Eintreten von der Klassenaktivität des Proletariats und seiner Partei sowie hinsichtlichen gesellschaftlichen Bedingungen abhängig ist. Die Entdeckungen von Marx betreffen unter anderem das Entstehen dieser Bedingungen.

Monod nennt die Voraussagen des historischen Materialismus Prophezeiungen und bestreitet, daß es wissenschaftlich festgestellte historische Gesetze gibt⁴⁷. In dem Ablauf des biologischen Geschehens ist zwar das Durchsetzen höherer Entwicklungsstufen zugestanden. Für die Geschichte behauptet Monod, das gleiche sei unmöglich. Weist er in der Biologie nach, daß solche gerichtete Evolution ohne das Annehmen eines der anorganischen und organischen Materie eingeprägten Zweckes bloß aufgrund statistisch begründeter Irreversibilität möglich ist, so findet für die Geschichte selbst das Existieren von Gesetzen entschiedene Ablehnung. Die Gründe sind letztlich moralisierend, worauf bereits verwiesen wurde. Zufall und Notwendigkeit heben sich in der Gesellschaft mindestens in gleicher Weise in Gesetzmäßigkeit auf wie in der Natur. Dazu kommt aber bei Monod das Weglassen aller von Marx und Lenin entdeckten gesellschaftlichen Sachverhalte, die Grundlage des Unterscheidens der Gesellschaftsformationen sind und die Klassencauseinandersetzungen betreffen. Wendet sich Monod öfters

47 Ebenda: S. 218.

gegen existentialistische „Projekte“, so meint er unabhängig vom Existentialismus, daß es überhaupt unmöglich sei, in der Geschichte Zwecke und Ziele zu verwirklichen.

Marx und *Engels* betonten, daß sich in der Mannigfaltigkeit historischen Handelns so lange die Gesetze hinter dem Rücken der Beteiligten durchsetzen, Ziel und Ergebnis total auseinanderfallen, als keine Kenntnis der gesellschaftlichen Entwicklungsgesetze vorliegt und nicht von der fortgeschrittenen Klasse im Sinne dieser Gesetze gehandelt wird. Als Bedingung für diese Möglichkeit ist aber der im Kapitalismus erreichte Charakter der Produktivkräfte angegeben, von dem aus sich die Möglichkeit einer höheren Gesellschaftsordnung abzeichnete. Ihr Durchsetzen ist Sache der progressiven Kräfte selbst, eine Analyse, die sich auf die Objektivität der Klassenverhältnisse und die Eigenschaften in erster Linie der Arbeiterklasse stützt.

Monod verhält sich bei seinen Ansichten über die Gesellschaft indes gemäß einem philosophierenden Strukturalismus, der seinen konsequentesten Ausdruck bei *Michel Foucault* gefunden hat. In *Foucaults* „Archäologie des Wissens“⁴⁸, sind die Momente zusammengefaßt, an die sich *Monod* ohne Rücksicht auf die experimentellen und theoretischen Ergebnisse der Molekularbiologie hält, obwohl sie ihm gegen *Foucault* einige Anhaltspunkte hätten geben können, die keinen Abfall in schlechten Biologismus bedeutet hätten.

Foucault verlangt unvermittelt und direkt, die von *Marx* als grundlegend erkannten Sachverhalte auszuschalten. Es sind das: die historische Analyse der Produktionsverhältnisse, sogen. ökonomische Determination und der Klassenkampf. Wegelassen und nicht erwähnt ist die Durchführung des Klassenkampfes bis zum Sieg der Arbeiterklasse, obwohl sich das Weglassen der anderen Faktoren von Basis und Überbau ausschließlich auf diesen entscheidenden Punkt bezieht. Die ökonomische Determination ist wie bei *Monod* undialektisch aufgefaßt, obwohl in ihr gerade jene Art der Vermittlung vorliegt, in der sich Ökonomie in vielfältige andere Momente umsetzt, ebenso Einflüssen des Überbaus unterliegt. An ihre Stelle sollen Psychoanalyse, Linguistik und Ethnologie, die Sexualität und das Unbewußte, die systematisierten Formen der Sprache treten. Die von *Foucault* zur Untersuchung zugelassenen Denkbestimmungen sind die Kontinuität der Geschichte, das Werden und ein interner Dynamismus. Nicht zu berücksichtigen seien die Zäsuren in der Geschichte, also die Diskontinuitäten.

Unter dem Werden versteht *Foucault* einen Prozeß ohne das Entstehen von qualitativ unterschiedenen Stufen. Der interne Dynamismus steht bei *Foucault* in Gegensatz zu dem „Spiel der Relationen“, auf die verzichtet werden müsse. Jener philosophierende Strukturalismus verzichtet bei dem, was Struktur genannt wird, auf die Beziehungsgefüge, in denen die genannten anderen Problembereiche auftreten. Verboten ist ausdrücklich der Gebrauch der Kategorien und das Beschäftigen mit den materiell vorhandenen Objekten und Ereignissen, die Diskontinuität, Niveaunterschied, Abgrenzungen, Beschreibung

48 M. Foucault: L'archéologie du savoir. Paris 1969. S. 22 f.

spezifischer Ereignisserien bedeuten. Sie gelten alle als falsches Bewußtsein, durch das eine schlechte Totalisierung der Geschichte erzeugt werde⁴⁹.

Die von *Foucault* abgelehnten Kategorien sind von ihm selbst und vielen anderen Molekularbiologen, aber auch von den klassischen Biologen in der Biologie nachgewiesen worden, nachdem sie im Denken und in der Gesellschaft entdeckt worden waren. Auf sie zu verzichten bedeutete in *jedem* der davon betroffenen Gebiete einen wesentlichen Rückschritt, in der Biologie nicht anders als in der Wissenschaft von der Gesellschaft. Vermutlich meinte *Monod*, seine Analyse der Regelungsbeziehungen stände mit dem Zufall der Mutationen so sehr im Widerspruch, daß man auf einem anderen Gebiete ohne weiteres darauf verzichten könne, Relationen überhaupt zu beachten. Da sein Buch mit „Zufall und Notwendigkeit“ überschrieben ist, muß man darauf verweisen, daß der bedingte Zufall und die bedingte Wahrscheinlichkeit ebenso wie die Notwendigkeit nicht nur Ereignisse, sondern auch Beziehungen erfaßt. Ob *Monod* für seine Erörterungen nur einen Teil der den Kategorien zugehörigen Bestimmungen benötigt, ändert nichts an der Tatsache, daß die verworfenen Kategorien in der Beziehung von Zufall und Notwendigkeit vorhanden sind. *Monod* erörtert in seinen biologischen Kapiteln umfangreich die Wechselbeziehungen zwischen der strikten Notwendigkeit der genetischen Replikation und der Mutation. Da er aber für die Mutationen den technischen Ausdruck „Störungen“ immer wieder verwendet, deutet sich an, daß er unbewußt tatsächlich annimmt, sie gehörten eigentlich nicht in den notwendig deklarierten Ablauf invariante Geschehnisse. Das Zufällige ist von *Monod* nicht als gleichberechtigt in den Naturablauf aufgenommen, obwohl er die Funktion des Zufalls betont. Er gilt ihm „undechiffrierbar“⁵⁰ tatsächlich „völlig blind“⁵¹.

Auf die Gesellschaft angewendet, bedeutet das einen Verzicht auf gesellschaftliche Strukturen im Sinne von Gesetzmäßigkeit und ihre Reduktion auf beliebige Beziehungsgefüge. Sie bedeuten zwar ebenfalls im strengen Sinne Relationen, sind aber vom Gesichtspunkt der Entwicklung der Gesellschaftsformationen sekundär. Spricht *Foucault* von „Werden“, dann will er auf die sozialökonomischen Ordnungen prinzipiell verzichtet wissen. *Monod* würde sich höchst empören, wenn in der Genetik auf den Mechanismus verzichtet werden sollte, der von der Codierung im genetischen Alphabet bis zu den Proteinen Niveaunterschiede setzt. Das gleiche wäre zu erwarten, wenn in den Molekülstrukturen auf die topologischen Eigenschaften der allosterischen Proteine keine Rücksicht genommen würde, da es sich „bloß“ um Relationen zwischen Atomen und Atomgruppen handele. Was der Biologie und der physiologischen Chemie recht ist, kann die Geschichte für sich als billig betrachten. Es besteht keine Veranlassung, auf materiell nachweisbare Faktoren zu verzichten. Der historische Materialismus besteht darauf im Interesse der Objektivität und eines bestimmten

49 Ebenda: S. 23 f.

50 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 123.

51 Ebenda: S. 122.

Klasseninteresses. Das Ablehnen entspricht den Interessen einer anderen Klasse, nämlich der herrschenden großbürgerlichen Klasse im Imperialismus.

Zweifellos ist das Entstehen der Sprache eine wichtige Niveaustufe der Gattungsgeschichte des Menschen. Daß die Fähigkeit zum Sprechen genetisch codiert ist, erscheint als ebenso sicher wie die Rolle der mathematischen Linguistik für Rechner, die mathematische Logik und ihre Anwendung. Weder das eine noch das andere vollzieht sich in ihrer Entwicklung indes außerhalb der in der Gesellschaft gesetzten Beziehung zwischen Individuen, worauf *Foucault* und *Monod* Verzicht leisten möchten. Wenn aber *Monod* von biologischer Entwicklung und naturwissenschaftlicher Theorie spricht, sind ihm alle benötigten philosophischen Kategorien verfügbar, wenn er auch die Stringenz der Notwendigkeit der Entwicklung wahrscheinlich wesentlich höher bewertet als der historische Materialismus, der die Entwicklung von der Klassenaktivität abhängig macht. Am Schluß des Abschnitts über Evolution ist der Zufall sogar euphemisch als „Wunder“ bezeichnet, obwohl es übertrieben wäre, *Monod* mit dieser leichtfertigen, selbstverständlich ironisch gemeinten Sprechweise beim Wort zu nehmen. Jedenfalls sieht er mit dem Erscheinen des ersten gesprochenen Symbols bereits eine beträchtliche Wahrscheinlichkeit sich manifestieren, daß eines Tages die Darwinsche Evolutionstheorie entworfen werde⁵². Zutreffend ist in Monods Darstellung, daß unter gewissen Bedingungen einmal in der Geschichte des Menschen Erworbenes zum unverlierbaren Bestandteil der weiteren Evolution zu werden vermag, obwohl die positive Mutation nur eine unter vielen in anderen Richtung tendierenden Mutationen bedeutet. Als *Engels* sich mit dem Entstehen der Sprache befaßte, waren das genetische Substrat und die gegenwärtig bekannten Gesetzmäßigkeiten noch nicht entdeckt. Dafür zog er die Konsequenzen aus der Entdeckung, daß man den Menschen als werkzeugmachendes Tier auffassen müsse. Dadurch bildete sich ein gesellschaftlicher Zusammenhang heraus, der über die Gruppeneigenschaften von sonstigen Tierhorden hinausging. Einen Selektionsvorteil hatten zweifellos solche, deren genetische Muster sprachliche Kommunikation erlaubten, die über die bei den anderen in Gruppen lebenden Tiere vorhandenen Signalmöglichkeiten chemischer, visueller, akustischer und taktiler Art hinausgingen. Wie *Monod* Evolution unbeschadet der Existenz letaler Mutationen sich durchsetzen sieht, so verhält es sich aber nicht anders in der

52 Ebenda: S. 168: „... daß die Entwicklung der kortikalen Strukturen des Menschen unvermeidlich sehr stark beeinflußt werden mußte durch eine Sprachfähigkeit, die schon sehr früh im unentwickeltesten Zustande erworben worden war. Das kommt der Annahme gleich, daß die gesprochene Sprache, seit sie im Stammbaum der Menschen auftrat, nicht nur die Entwicklung des Menschen beigetragen hat ... ihrerseits im Genom in einer völlig anderen Sprache – der des genetischen Codes – festgelegt ist. Ein Wunder? Gewiß – denn letzten Endes handelt es sich um ein Produkt des Zufalls. Doch hat der *Sinanthropus* oder einer seiner Kameraden an dem Tage, als er zum ersten Male ein gesprochenes Symbol benutzte, um eine Kategorie darzustellen, gewaltig die Wahrscheinlichkeit gesteigert, daß eines Tages ein Gehirn auftauchen würde mit der Fähigkeit, die Darwinsche Evolutionstheorie zu entwerfen.“

marxistisch-leninistischen Geschichtskonzeption. Die Existenz von Produktionsinstrumenten und Naturwissenschaften erwies sich mit einer Ambivalenz behaftet, die mit dem Vorhandensein von ABC-Waffen sichtbar wurde und sich einprägte, lange zuvor aber *Marx* und *Engels* veranlaßte, ähnliche Ambivalenzen in der Periode der ursprünglichen Akkumulation, in den Arbeitsbedingungen der Arbeiterklasse und der Bauern, in der Anwendung der Maschinen nachzuweisen und gegen den bedingungslosen Fortschrittglauben der Bourgeoisie und ihrer Ideologen vorzubringen. Allerdings betrachteten sie diese Ambivalenzen nicht als unplanmäßige „Störungen“, sondern als gesetzmäßige Erscheinungen, die den gesellschaftlichen Progrès zur Notwendigkeit werden lassen, weil sie die Arbeiterklasse und die mit ihr verbündeten Klassen veranlassen, eine höhere gesellschaftliche Ordnung durchzusetzen.

Klaus Fuchs-Kittowski/Samuel Mitja Rapoport/Hans-Alfred Rosenthal/
Georg Wintgen (Berlin/DDR)

Zur Dialektik von Notwendigkeit und Zufall in der Molekularbiologie

Aus: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Berlin/DDR, Heft 4/1972, S. 418–443

1. Dialektik und moderne Naturwissenschaften

Unser wissenschaftlich begründetes dialektisch-materialistisches Weltbild wird wesentlich mitbestimmt durch die Erkenntnisse der modernen Naturwissenschaften. Sie bestätigen und bereichern es, und die These von Marx und Engels über die prinzipielle Einheit von Natur- und Gesellschaftswissenschaften wird immer mehr zu einer für die gesellschaftliche Praxis und die wissenschaftliche Forschung bedeutsamen Tatsache. Unter den modernen Naturwissenschaften nimmt die Molekularbiologie¹ einen wichtigen Platz ein, versucht sie doch, auf die Fragen nach dem Wesen und auch nach der Entstehung und Entwicklung des Lebens neue, weiterführende und grundlegende Antworten zu geben. Ihre Ergebnisse führen in zunehmendem Maße zur technologischen Beherrschung biologischer Systeme und haben weitgehende Auswirkungen in der Medizin, in bestimmten Zweigen der chemischen Industrie, in der Landwirtschaft u.ä. Dadurch wird eine Vielzahl erkenntnistheoretischer Probleme aufgeworfen, und alte philosophische Fragen werden in neuer Form gestellt. Dies hat in den sozialistischen Ländern, wie es sich u.a. auf wissenschaftlichen Tagungen der Akademien und auf Kongressen² gezeigt hat, zu einer fruchtbaren Zusammenarbeit von Naturwissenschaftlern und Philosophen geführt.

Besonders aktuell für das Verständnis des Lebens ist die Frage nach der Determiniertheit, nach der Dialektik von Notwendigkeit und Zufall, Struktur und Funktion, Konstanz und Variabilität, Teil und Ganzem u.a. in molekularbiologischen Prozessen. Weiterhin treten Fragen nach der speziellen Qualität des Lebens, dem Prozeß der Entstehung von Neuem und den Gesetzen der Evolution auf. Zur Erfassung solcher Probleme der modernen Naturwissenschaft wird die des Mystizismus entkleidete Dialektik, wie F. Engels voraussah, „... die einzige

ihr in höchster Instanz angemessene Denkmethode“³. Der Gebrauch fester Kategorien reicht nicht mehr aus⁴, weil die moderne Naturwissenschaft immer tiefer in das Wesen der Materie eindringt und damit ihre innere Widersprüchlichkeit, die sie zur Selbstbewegung und Entwicklung befähigt, also ihre objektive Dialektik, immer deutlicher hervortreten läßt. So hob auch schon W. I. Lenin in bezug auf die Physik hervor, daß sie im Begriff sei, „... den dialektischen Materialismus zu gebären“⁵.

Die materialistische Dialektik wird notwendig für die Wissenschaft, weil sie in wachsendem Maße vor der Aufgabe steht, nicht nur Fakten anzuhäufen, sondern Gesetzmäßigkeiten aufzudecken, auf deren Grundlage Voraussagen möglich sind und die Forderungen der gesellschaftlichen Praxis erfüllt werden können. Der Naturwissenschaftler bedarf hier der Dialektik als systematisierendes und ordnendes Prinzip, als Theorie und Methode, um den theoretischen Gesamtzusammenhang herzustellen. Das starre metaphysische Entweder-Oder verhindert die adäquate Deutung der experimentellen Ergebnisse. Während die Metaphysik nur These oder Antithese gelten lassen will und der Relativismus durch sein Sowohl-Als-Auch, indem er beides gelten läßt, ebenfalls zu keiner echten Lösung gelangt, gestattet die Dialektik als philosophische Methode der wissenschaftlichen Erkenntnis⁶, die verschiedenen sich widersprechenden Seiten eines Prozesses in ihrer Einheit, in ihrer gegenseitigen Durchdringung zu sehen.

Die materialistische Dialektik ist Ergebnis der Verallgemeinerung der Erkenntnisse der Wissenschaft, die besagen, daß die Materie sich in ständiger Veränderung und Entwicklung befindet. Sie ist die Wissenschaft von den allgemeinsten Beziehungen und den Gesetzen der Entwicklung in Natur, in der Gesellschaft und im individuellen und gesellschaftlichen Erkenntnisprozeß. In allen drei Bereichen gibt es dialektische Beziehungen, die in ihren konkreten Erscheinungsformen verschieden sein können, ihrem Wesen nach jedoch insofern gleich sind, als es sich stets um allgemeine Beziehungen und Gesetze der Entwicklung handelt. Demzufolge muß man zwischen einer objektiven Dialektik in Natur und Gesellschaft und der subjektiven Dialektik als deren Widerspiegelung im menschlichen Denken unterscheiden. Das gesamte theoretische Gebäude des Marxismus-Leninismus ist eine Einheit. Angriffe gegen irgendeinen seiner Teile, also auch gegen die Naturdialektik, werden zu Angriffen gegen den Marxismus-Leninismus als Ganzes. Dies machte Lenin in seiner Auseinandersetzung mit dem Positivismus und Empirokritizismus wiederholt deutlich. Er zeigte am Beispiel der Physik wie der Fortschritt der Wissenschaft unter dem Einfluß idealistischer und meta-

1 L. Läsker/H.-A. Rosenthal: Molekularbiologie – ihre Errungenschaften und Perspektiven. In: Einheit. Heft 1 und 2/1966.

2 Vgl. Diskussion über philosophische, soziale und ethische Probleme der Humangenetik, veranstaltet von der Redaktion der Zeitschrift „Woprossy filosofii“ und vom Institut für medizinische Genetik der Akademie der Medizinischen Wissenschaften der UdSSR. Bericht in: Sowjetwissenschaft. Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge. Heft 1 und 2/1971; ferner: Philosophische und ethische Probleme der modernen Genetik. Hrsg. v. E. Geißler/H. Ley. Berlin 1972.

3 F. Engels: Dialektik der Natur. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 20. Berlin 1962. S. 482.

4 Ebenda: S. 476.

5 W. I. Lenin: Materialismus und Empirokritizismus. In: W. I. Lenin: Werke. Bd. 14. Berlin 1962. S. 316.

6 K. Hager: Die entwickelte sozialistische Gesellschaft. Berlin 1971. S. 11.

physischer Konzeptionen zu einer weltanschaulichen und methodologischen Krise in den Naturwissenschaften führt.

Gegenwärtig ist die Leugnung der Dialektik in der Natur ein entscheidender Punkt in der ideologischen Auseinandersetzung mit Auffassungen, die sich gegen die wissenschaftliche Weltanschauung der Arbeiterkasse richten. Dabei steht die Frage im Zentrum, ob es unabhängig vom Denken und der Tätigkeit des Menschen in der Natur objektive Widersprüche und Entwicklung, „Naturgeschichte“, gibt. Diejenigen, die den Geist als eigentliche Triebkraft der Entwicklung ansehen, gehen davon aus, daß es in der Natur selbst keine echten Widersprüche gibt. Eine solche Position wurde zeitweilig z.B. von G. Lukács⁷ und wird gegenwärtig von J.-P. Sartre⁸ eingenommen. Während diese Autoren bekanntlich keine Naturwissenschaftler sind, ist in jüngster Zeit auch Nobelpreisträger J. Monod, ein bedeutender Forscher auf dem Gebiet der Molekularbiologie, mit der These aufgetreten, daß es keine Dialektik in der Natur gäbe.

Monod hat für die biologischen Wissenschaften einen außerordentlichen Beitrag geleistet. Zusammen mit F. Jacob hat er zwei wesentliche molekularbiologische Prozesse aufgeklärt. Erstens wurde gezeigt, daß bei der Ausprägung der Erbeigenschaften die genetische Information von dem primären molekularen Träger DNS (Desoxyribonukleinsäure) mittels eines sekundären molekularen Informationsträgers Boten-RNS (Ribonukleinsäure) für die Eiweißsynthese übertragen wird. Zweitens konnte am Beispiel des Auftretens und Verschwindens von Milchzucker abbauenden Enzymen des Darmbakteriums *Escherichia coli* gezeigt werden, daß die Gene, die hierfür die notwendige Information tragen, auf einem bestimmten Abschnitt der DNS in einer Gruppe (Operon) vereinigt sind. Es wurde erkannt, wie das „Ablesen“ der Information entsprechend dem Umwelteinfluß „Gegenwart oder Abwesenheit von Milchzucker“ reguliert wird und daß dafür wieder andere Abschnitte der DNS, sogenannte Regulatorgene mit den von ihnen determinierten Repressoren, verantwortlich sind. Die grundsätzliche Bedeutung dieser Entdeckung besteht darin, daß sie erklären, wie wechselnde Umwelteinflüsse Leistungen eines Organismus entsprechend den genetisch vorgegebenen Rahmenbedingungen verändern können. Besonders wichtig ist dies für das Verständnis der Anpassungsfähigkeit einer Zelle an sich verändernde Milieu faktoren und für das Verständnis der Zelldifferenzierung während der Embryonalentwicklung.

Wenn wir uns im folgenden mit Monods philosophischen Auffassungen auseinandersetzen, dann geht es nicht um eine Kritik an den inzwischen tausendfach gesicherten wissenschaftlichen Ergebnissen, sondern um eine Kritik an den von Monod an diese Errungenschaften der modernen Forschung geknüpften Spekulationen und Angriffen gegen den Marxismus-Leninismus. Monod wirft Engels vor, daß er die Dialektik der Natur erst nachträglich als Anhänger zum Marxismus entworfen habe, um ihn durch den Nachweis der Universalität und Objektivität

der Dialektik zu einer allgemeinen Heilslehre ausbauen zu können. Monod nennt das Vorgehen von Engels eine „animistische Projektion“, durch die menschliche Vorstellungen in die Natur projiziert werden⁹. Er behauptet damit, daß der Marxismus eine Spielart des Idealismus sei.

Die Entdeckungen der Molekularbiologie über die Struktur und Funktion der DNS als Träger der Erbinformationen, über den genetischen Code als chemische Verschlüsselung der Erbinformation in den Nukleinsäuren, über die Eiweißsynthese und der dabei erfolgenden Übersetzung der genetischen Information in die Struktur der Eiweißmoleküle, über einen molekularen Mechanismus für die Regulation der Ausprägung der genetischen Potenzen stehen im Brennpunkt der Diskussionen über die Dialektik in der Biologie, weil hier die Konstanz des Lebensgeschehens deutlich hervortritt. Nach der Aufklärung dieser für das Leben wichtigen Invarianz steht die Molekularbiologie vor der großen Aufgabe, die Fragen der Konstanz und Variabilität, der Wechselbeziehungen zwischen Eiweißen und Nukleinsäuren und die Frage der Entwicklung zu lösen, wie dies z.B. durch die Arbeiten des Nobelpreisträgers M. Eigen am Max-Planck-Institut für Physikalische Chemie in Göttingen erfolgreich begonnen wurde. Die zuvor genannten Entdeckungen erklären die materiellen Prozesse, welche der Aufrechterhaltung der spezifischen Qualität der Lebensprozesse des Individuums und seiner Nachkommen dienen. Sie erklären den notwendigen relativen Konservatismus des Lebens, sie zeigen, wie sich Lebensprozesse gegenüber vielfältigen verschiedenen Umwelteinflüssen ihre wesentliche Qualität erhalten. Die einseitige Betrachtung aber dieser Konstanz und der strengen Determiniertheit in biologischen Systemen ist eine der Quellen, die Monod zur Leugnung der objektiven Dialektik im Lebensgeschehen und zur Leugnung der objektiven Dialektik überhaupt führen. Es führt aber in eine weltanschauliche bzw. erkenntnistheoretische Krise, wollte man bei der Betrachtung der Konstanz einerseits und des blinden Zufalls andererseits verharren. Zur Überwindung dieser Position ist es u.E. erforderlich, die Variabilität und die Rolle des objektiven Zufalls in die Gesetzmäßigkeit der Evolution einzubeziehen und dabei die Unhaltbarkeit einer undialektischen Vorstellung von Konstanz einerseits und reinem blinden Zufall in der Evolution andererseits nachzuweisen.

2. Zur Dialektik von Notwendigkeit und Zufall – Entwicklungsdenken als weltanschauliche Position

Die dialektisch-materialistische Determinismuskonzeption muß sich erstens vom mechanischen Determinismus bzw. Prädeterminismus abgrenzen, weil hier nur notwendige Zusammenhänge anerkannt und der objektive Charakter des Zufalls geleugnet werden. Zweitens muß sie sich vom Indeterminismus abgrenzen.

⁷ G. Lukács: Geschichte und Klassenbewußtsein. Berlin 1923.
⁸ J.-P. Sartre: Existentialismus und Marxismus. Frankfurt/Main 1965.

⁹ J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. Philosophische Fragen der modernen Biologie. München 1971. S. 46 f.

zen, weil dieser die objektive Notwendigkeit übersieht. Ein Verständnis der Evolution ist von jeder dieser einseitigen Auffassungen her völlig unmöglich. Die sehr wichtige Frage nach den Beziehungen zwischen der Determiniertheit biologischer Prozesse und der Entstehung echt neuer Qualitäten in der Evolution verlangt die Überwindung dieser zwei extremen Auffassungen, verlangt das Verständnis der dialektischen Einheit von Notwendigkeit und Zufall im objektiv Möglichen¹⁰. Diese Einheit ist Ausdruck der inneren Widersprüchlichkeit der Materie, die sie zur Selbstbewegung befähigt. Wenn alles notwendig ist, alles präformiert ist, entsteht nichts wirklich Neues; wenn alles dem reinen, blinden Zufall unterliegt, bleibt die Entstehung des Neuen wegen der sehr großen Unwahrscheinlichkeit letztlich ebenfalls unerklärlich.

a) Nach der Konzeption des mechanischen Determinismus ist alles prädeterminiert, also fehlt überhaupt die Möglichkeit der Entstehung von grundsätzlich Neuem. Höhere Bewegungsformen der Materie werden auf niedere reduziert, denn es gibt im Prinzip keine qualitativen Unterschiede. Entsprechend dem Materiebegriff der klassischen Physik wird die Entwicklung der Welt wie der Ablauf einer aufgezogenen Maschine verstanden, die nach Gesetzen funktioniert, die *alle* Aspekte eines Prozesses, auch die unwesentlichen, bestimmen. Diese Konzeption führt zwangsläufig zum Fatalismus; denn alles, was heute geschieht, ist durch das Gestern bestimmt, und da wir am Gestern nichts mehr verändern können, ist auch das Morgen eindeutig festgelegt. Die Klassiker des Marxismus-Leninismus haben sich scharf gegen ein solches Weltbild gewandt und im Detail nachgewiesen, daß insbesondere gesellschaftliche Prozesse einer solchen Art der Determiniertheit nicht unterliegen. Die Quantenphysik konnte die prinzipielle Beschränktheit eines mechanischen Weltbildes auch für das Verständnis der Naturvorgänge eindeutig nachweisen. Das schließt nicht aus, daß für viele Teilbereiche und Teilprozesse der objektiven Realität zumindest in erster Näherung eine weitgehende Determiniertheit, so z.B. für die Konstanz der Vererbung oder in Bereichen, in denen die Gesetze der klassischen Physik gelten, zutrifft.

b) Nach der Konzeption des Indeterminismus entsteht alles Neue spontan aufgrund reiner Zufälligkeit. Zwischen den verschiedenen Bewegungsformen der Materie wird eine unüberbrückbare Kluft angenommen, die nur durch unwahrscheinliche Zufälle, durch einen „gelungenen Wurf im Würfelspiel“ übersprungen wird. Da eine solche Vorstellung, wie schon oft berechnet wurde, zur höchsten Unwahrscheinlichkeit jeder Entwicklung führt (das Klappern von Affen auf Schreibmaschinen bringt auch nach sehr langer Zeit nur sehr unwahrscheinlich ein Gedicht zustande; das Schütteln von 100 Eiweißbausteinen im Reagenzglas bringt kaum ein funktionierendes Eiweißmolekül hervor), mündet sie letzten Endes in der Annahme von Wundern oder eines geistig determinierenden Prinzips wie z.B. Elan vital oder Entelechie. Der Indeterminismus sieht nicht die das

10 K. Fuchs-Kittowski: Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der molekularen Biologie. Tatsachen und Hypothesen über das Verhältnis des technischen Automaten zum lebenden Organismus. Jena 1969.

Wirken des Zufalls begrenzenden Bedingungen und Ebenen und verabsolutiert ihn. Nach dieser Konzeption gibt es keine objektiven Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung in Natur, Gesellschaft und im Denken. Die von der Wissenschaft aufgedeckten Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung beruhen auf subjektiven Vorstellungen oder auf dem Prinzip einer bloßen Denökonomie.

Es zeigt sich somit deutlich, daß der Prozeß der Höherentwicklung, des Entstehens von Neuem nicht völlig erklärt werden kann, wenn der Zufall absolut von der Notwendigkeit getrennt wird. Dies ist der Standpunkt *Monods*; er ist der Auffassung, daß der reine Zufall, nichts als der Zufall, die absolut blinde Freiheit die Grundlage des wunderbaren Gebäudes der Evolution ist. Wenn der Fortschritt zu einer weiteren Entwicklungsstufe auf einer nicht erfaßbaren Spontaneität beruht, wird man letztlich ebenfalls, da der Mensch seine Geschichte und seine Zukunft nicht verstehen kann, zu einer pessimistischen Weltanschauung geführt. Diese Konsequenz wird uns besonders in den weltanschaulichen Schlußfolgerungen, die *Monod* aus dem hier wiedergegebenen Ansatz zieht, deutlich gemacht. *Monod* kommt als Atheist, der gleichzeitig aber auch die Existenz objektiver, allgemeiner Gesetzmäßigkeiten für die Entstehung des Lebens und seiner Evolution leugnet, folgerichtig zu existentialistischen Auffassungen: Wir hätten endlich zur Kenntnis zu nehmen, daß der Mensch allein sei.

c) Die dialektisch-materialistische Entwicklungstheorie muß das Entstehen von Neuem, das Vergehen des Alten erklären und die Entwicklung als Selbstbewegung verständlich machen. Dazu bedarf es einer dialektisch-materialistischen Determinismuskonzeption, die von der Einheit von Notwendigkeit und Zufall ausgeht, davon, daß die objektiven Gesetzmäßigkeiten nicht unbedingt alle Aspekte eines Prozesses genau festlegen, so daß Raum bleibt für verschiedene Möglichkeiten. Dadurch überwindet man die völlige Determiniertheit (absolute Sicherheit) und den Indeterminismus (hohe Unwahrscheinlichkeit des Ereignisses) und gelangt zu der richtigen Feststellung, daß Entwicklungsstufen mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit erreicht werden. Wir möchten betonen, daß hier der Begriff der Wahrscheinlichkeit nicht das Ergebnis unserer mangelnden Kenntnisse ist, der später durch wachsendes Wissen verdrängt werden kann zugunsten wiederum einer völligen Determiniertheit, sondern daß er Ausdruck innerer Widersprüche der Materie ist. Die Kategorie der Möglichkeit ist damit bei der Formulierung wissenschaftlicher Gesetze unentbehrlich. *Das Wahrscheinlichkeitsgesetz gibt an, welche Prozesse möglich sind, die Verwirklichung ist im Einzelfall zufällig.* Für das Verständnis der Entstehung von Neuem muß gesagt werden, daß der Zufall nicht nur als störendes, sondern auch als aufbauendes Moment eine Wirkung besitzt und daher nicht nur als entfernter, unwesentlicher Zusammenhang auftritt¹¹. Dies wird leider häufig übersehen.

11 K. Fuchs-Kittowski: Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der molekularen Biologie. S. 185 f.; H. Hörz: Der dialektische Determinismus in Natur und Gesellschaft. Berlin 1969. S. 156 f.

Nach eben einem solchen Typ von Gesetzen muß sich die Evolution der Lebewesen vollzogen haben. Für einen bestimmten evolutionären Prozeß gibt das Gesetz die Wahrscheinlichkeit an, mit der sich eine erbliche Veränderung in einem Teil der Population mittels Selektion durchsetzt. Dabei ist zufällig, nämlich in bezug auf die Mutation selbst, welche Individuen davon betroffen sind und daher bei Vorhandensein einer bestimmten Umwelt selektiert werden können. Aufgrund der Beziehungen zwischen Mutation und Selektion erhält der Entwicklungsprozeß einen gesetzmäßigen Charakter.

Die Darwinsche Entwicklungstheorie ist der gelungene Versuch, ausgehend von der Existenz objektiver Möglichkeiten (eine dialektische Denkweise, die sich später auch in der Quantenphysik als besonders fruchtbar erwies) und gestützt auf den Begriff der Selektion, die Entwicklung der Lebewesen nachzuweisen und verständlich zu machen. Es ist in diesem Zusammenhang wichtig und gerade gegenüber Monod zu betonen, daß sich das Verständnis der Klassiker des Marxismus-Leninismus für die dialektischen Beziehungen zwischen Notwendigkeit und Zufall nicht nur auf Hegel, sondern eben gerade auch auf die Erkenntnisse Darwin stützte. Der Zufall ist objektiv und nicht nur als Erscheinungsform eines letzten Endes doch allein notwendigen Prozesses zu verstehen.

Heute wissen wir, daß aufgrund äußerer und insbesondere innerer Ursachen bei der Übertragung der Erbinformation sowohl Fehlablesungen als auch andere schwerwiegende Veränderungen an der DNS auftreten; durch diese Veränderungen bzw. Mutationen werden immer neue Möglichkeiten der Entwicklung geschaffen. Progressive Evolution beruht also auf der Verwirklichung immer neuer Möglichkeiten mit der Auslese der geeignetsten Varianten für die Produktion hoher Nachkommensraten unter bestimmten Umweltbedingungen. Das ist es, was schon Darwin deutlich machte, obwohl er die Ursachen der Variabilität selbst noch nicht kannte. Daß durch die Selektion das Element der Notwendigkeit in den Evolutionsprozeß hineingetragen wird, führt vor allen auch Nobelpreisträger M. Eigen in seinem durchaus kritischen Vorwort zur deutschsprachigen Ausgabe des erwähnten Buches von Monod aus¹². Eigen, der sehr aufschlußreiche Untersuchungen zu physikalisch-chemischen Prozessen der Primärevolution (Entstehung des Lebens) durchgeführt hat, wendet sich, wie auch schon Oparin¹³, gegen die Verabsolutierung des Zufalls und betont die Einheit von Notwendigkeit und Zufall in der Evolution.

Die Ergebnisse der modernen Naturwissenschaft verallgemeinernd, ergibt sich für das Entwicklungsdenken als weltanschauliche Position: Die Materie birgt in ihren Bewegungsformen unendliche Entwicklungsmöglichkeiten in sich. Jede einzelne Bewegungsform für sich hat nur begrenzte Möglichkeiten einer weitergehenden Entwicklung. Diese Begrenzung wird jedoch durch die innere Widersprüchlichkeit der Materie gesprengt; das führt zu einer höheren Stufe der Entwicklung der Materie mit neuen Gesetzmäßigkeiten und grundsätzlich neuen

Möglichkeiten der weiteren Entwicklung¹⁴, wie sich dies bei den Übergängen von der rein physikalisch-chemischen zur biologischen und von der biologischen zur gesellschaftlichen Bewegungsform der Materie zeigt. Nur eine solche Konzeption, die weder der Annahme einer starren Notwendigkeit, noch einer „reinen“ „blinden“ Zufälligkeit folgt, sondern die Einheit von Notwendigkeit und Zufall im objektiv Möglichen sieht, kann die reale Entwicklung in Natur und Gesellschaft wirklich verständlich machen und damit auch die Grundlage für eine optimistische Weltanschauung bieten. Sie orientiert die Tätigkeit des Menschen darauf, die Widersprüche zu lösen, die objektiv-realnen Möglichkeiten zur Veränderung der Welt richtig einzuschätzen und damit eine Höherentwicklung der menschlichen Gesellschaft zu erreichen.

Monod¹⁵ unternimmt den Versuch, den dialektischen Materialismus auf der Grundlage molekularbiologischer Erkenntnisse zu „widerlegen“. Für seine Konzeption ist in der Tat eine offene Feindseligkeit gegen den Marxismus-Leninismus charakteristisch. Der Marxismus wäre bisher nur revidiert worden, zur Rettung des „wirklichen Sozialismus“ käme es aber nun darauf an, ihn überhaupt aufzugeben. Nach Monod handelt es sich beim Marxismus-Leninismus um eine Ideologie des „Animismus“, die zu alten Mythen zurückführt. Zu dieser absurden These gelangt er dadurch, daß er dem Marxismus-Leninismus im wesentlichen die Auffassung des Prädeterminismus unterschiebt, die er dann vor allem von der Position des reinen Zufalls bzw. Indeterminismus aus angreift. Für jeden wirklichen Kenner der marxistisch-leninistischen Philosophie ist jedoch von vornherein klar, daß weder der mechanische Determinismus noch der Indeterminismus, sondern allein die Auffassung von der Einheit von Notwendigkeit und Zufall der wirklichen Position des Marxismus-Leninismus entspricht¹⁶. Monod hat zwei zentrale Argumente gegen die objektive Dialektik in der Biosphäre, zu denen er durch die Verabsolutierung bestimmter Seiten der Ergebnisse der Molekularbiologie gelangt:

- den Konservatismus, die Konstanz der Übertragung der Erbinformation;
- die Zufälligkeit der Mutationen.

3. Zum Konservatismus bei der Übertragung der Erbinformation

Entsprechend den Erkenntnissen der Molekularbiologie¹⁷ über die Speicherung, Reproduktion, Übertragung und Übersetzung der Erbinformation auf

14 K. Fuchs: Moderne Physik und marxistisch-leninistische Philosophie. In: DZfPh. Sonderheft 1965.

15 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. München 1971.

16 Vgl. K. Fuchs-Kittowski: Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der molekularen Biologie. Jena 1969; H. Hörz: Der dialektische Determinismus in Natur und Gesellschaft. Berlin 1966.

17 E. Geißler: Desoxyribonukleinsäure – Schlüssel des Lebens. Berlin 1970.

12 Vgl.: J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. München 1971.

13 A. I. Oparin: Das Leben. Jena 1963.

molekularem Niveau liegt als Grundlage der Lebensvorgänge ein dreistufiger Prozeß vor: DNS → RNS → Eiweiß (Funktion, Stoffwechsel).

Monod stellt fest, daß der Informationsfluß von der DNS über die RNS zur Eiweißsynthese vollkommen konservativ, in sich geschlossen und keinerlei Instruktionen, gleich welcher Art, aus der Außenwelt zugänglich sei. Daraus folge, daß das Prinzip des dialektischen Widerspruchs nicht realisiert würde und damit im Grunde alles mechanistisch und nicht dialektisch oder, wie er sagt, „*cartesianisch und nicht hegelianisch*“ ablaufe. In der Tat gibt es bis heute keinen Beweis für eine Umkehrung des Informationsflusses vom Eiweiß auf die DNS, d.h. etwa einer spezifischen Programmierung der DNS oder RNS durch eine Eiweißmatrize. (Damit entfällt auch jede Annahme einer unmittelbaren gerichteten umweltadäquaten Veränderung der Erbinformationen und damit einer Vererbung erworbener Eigenschaften.) Wir müssen davon ausgehen, daß in der ontogenetischen Entwicklung sehr viel präformiert ist, ja präformiert sein muß, sonst hätten wir weit mehr Mißgeburten als Normalgeburten, oder es würde überhaupt nicht zu Geburten kommen. Aus den Keimzellen des Menschen entstehen im Normalfall immer wieder leistungsfähige Menschen. Daraus eine Widerlegung der Dialektik zu konstruieren, erscheint uns widersinnig, da die These von der Universalität der Dialektik keineswegs impliziert, daß es nicht Bereiche in der objektiven Realität geben kann, wo der Konservatismus überwiegt, wo man in erster Näherung von dialektischen Beziehungen abstrahieren kann. Aber auch hier könnte es sich bei tieferer Betrachtung durchaus zeigen, daß die Ontogenese nicht absolut präformiert ist und der Einfluß von Wechselwirkungen zwischen Eiweißen untereinander und mit höheren Struktureinheiten sowie mit Stoffwechselprodukten in diesem Entwicklungsprozeß untersucht werden muß.

Bei der Bewältigung dieser Problematik gibt es echte erkenntnistheoretische Schwierigkeiten. Nicht nur theoretische Argumente, sondern auch bestimmte Beobachtungen zwingen uns dazu, weiter zu fragen, nach neuen Denkmodellen zu suchen; denn auf der Basis der absoluten Präformation bleibt die Bildung von Antikörpern nicht voll erkläbar, und auch die Entstehung von Tumoren wirft ähnliche Fragen auf. Man kann in dieser Situation nur den Schluß ziehen, daß wir eine Reihe neuer Erkenntnisse zu erwarten haben. Dazu sind neue theoretische Ansätze erforderlich. Während *Monod* hier nicht weitergeht, werden von *Eigen* neue Gedanken entwickelt¹⁸. In bezug auf die immunbiologischen Prozesse wäre eine mögliche Hypothese, daß diese statt durch einen instruktiven durch einen selektiven Lernprozeß auf molekularem Niveau zustande kommen. So könnte man vermuten, daß es in immunkompetenten Zellen eines Warmblüters zu zufälligen Zusammenlagerungen vorcodierter Teilprogramme kommt, die dann im Organismus durch Antigene direkte oder indirekt einer Selektion

unterzogen werden¹⁹. Wenn die Einzelwissenschaften gezwungen sind, nach neuen Denkmodellen zu suchen, bedarf es gerade in einer solchen Situation der dialektisch-materialistischen Philosophie, weil sich sonst manche, auch hervorragende Wissenschaftler an überlebten philosophischen Konzeptionen orientieren.

4. Zur Rolle des Zufalls in der Evolution

Unmittelbar nachdem *Monod* den Konservatismus in der Ontogenese so hervorgehoben hat, zeigt er dann selbst, wie in Wirklichkeit in der Evolution dieser Konservatismus durch mikroskopische und zufällige Veränderungen überwunden wird. Er zeigt, wie der Zufall eine Grundlage der Evolution ist. In der Tat kann ohne die Existenz des objektiven Zufalls nichts wirklich Neues in der Natur entstehen. Da er diese richtige Erkenntnis jedoch verabsolutiert, den Zufall von der Notwendigkeit völlig trennt, gewinnt er hieraus sein zweites Argument gegen die Dialektik.

Man kann nachweisen, daß mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit bei der Verknüpfung von Nukleinsäurebausteinen im Prozeß der identischen Verdopplung der DNS Fehler auftreten. Dies ist eine innere Ursache für plötzlich auftretende sprunghafte Veränderungen von Erbeigenschaften. Weitere Ursachen von Mutationen sind in den Wechselwirkungen von Faktoren, aber auch der äußeren Umwelt (Strahlen, mutagene chemische Verbindungen) mit dem Eiweiß-Nukleinsäure-System zu suchen.

Schon der sowjetische Genetiker *Nawaschin* betrachtete sehr dialektisch Mutationen nicht als etwas lebenden Systemen von außen Aufgezwungenes, sondern als einen zum Wesen des Lebens gehörenden Prozeß, der sich in der lebenden Zelle vollzieht. Jetzt ist gesichert, daß die Struktur des die DNS synthetisierenden Enzyms, die durch erbliche Veränderungen selbst variiert werden kann, die Zufallsrate der Mutationen beeinflußt. Bisher jedoch wurde allein äußeren Faktoren bei der Betrachtung der Entwicklung Gewicht beigemessen. Offenbar muß man aber auch im Mutationsprozeß das Element des Möglichen und nicht nur des rein Zufälligen in Betracht ziehen. So können Häufigkeit und Lokalisation genetischer Veränderungen vom Organismus in gewissen Grenzen reguliert und ein Optimum in der Evolution herausgebildet werden.

In der biologischen Bewegungsform der Materie gibt es in der Tat eine Entwicklung von der Unordnung zur Ordnung, von primitiven Organisationsformen zu besonders hochentwickelten Organisationsformen. Diese Entwicklung hat eine außerordentlich intensive Wechselwirkung des lebenden Systems mit seiner Umwelt zur Voraussetzung, bestimmt ist sie jedoch wahrscheinlich nicht so sehr durch äußere Einflüsse, denn äußere Ursachen würden eher zur Unordnung als zu

18 Diskussion über Modell und Erkenntnis in: Nova Acta Leopoldina. Bd. 33. Biologische Modelle. Leipzig 1968.

19 K. Fuchs-Kittowski: Teleonomische Mechanismen des Zellstoffwechsels. In: Biologie in der Schule. Heft 6 und 7/1965.

einer Ordnung führen. Die Höherentwicklung ist mehr bestimmt durch das innere Wesen des lebenden Systems selbst, durch spezifisch biologische Gesetze²⁰.

Damit wird nicht nur auf die äußereren, sondern besonders auf die inneren Widersprüche, auf die innere Dynamik des Organismus orientiert, die nach der Konzeption des dialektischen Materialismus die entscheidenden Triebkräfte jeder Entwicklung sind. Akzeptiert man dies, so braucht man, um die Dialektik des Lebens zu beweisen, nicht wie Lyssenko, Kronzeuge Monods für die „widerlegte“ Dialektik, ständig nach einer direkten und gerichteten Einflußnahme der Umwelt zu suchen.

Die Zufälligkeit derartiger molekularer Ereignisse wäre jedoch für sich allein genommen nicht ausreichend für das Zustandekommen veränderter erblicher Eigenschaften in einem beträchtlichen oder überwiegenden Teil einer Population. Hierzu bedarf es eines weiteren Faktors, der sehr komplexer Art ist, nämlich der Auslese (Selektion) der am besten durch die erbliche Veränderung an eine sich wandelnde Umwelt angepaßten Lebewesen. In dem bereits erwähnten Vorwort sagt M. Eigen: „Hier wird aber auch die Begrenzung der Rolle des Zufalls in der Evolution sichtbar. Die zufällige Mutation ist einem Ausleseprozeß unterworfen, und dieser trifft keineswegs eine ‚willkürliche‘ Entscheidung. Der Selektion liegt vielmehr ein physikalisch klar formulierbares Bewertungsprinzip zugrunde . . . Wir sehen also, daß nur die Entstehung der individuellen Form dem Zufall unterworfen ist. Ihre Selektion – in Konkurrenz zu anderen Formen – jedoch bedeutet eine Einschränkung bzw. Reduzierung des Zufalls; denn sie erfolgt nach streng formulierbaren Kriterien, die im Einzelfall zwar – wie in der Thermodynamik – Schwankungen zulassen, in der großen Zahl aber Gesetz, also Notwendigkeit bedeuten . . . Was ich sagen will, ist, daß die ‚Notwendigkeit‘ gleichberechtigt neben den ‚Zufall‘ tritt, sobald für ein Ereignis eine Wahrscheinlichkeitsverteilung existiert und diese sich – wie in der Physik makroskopischer Systeme – durch große Zahlen beschreiben läßt . . . So sehr die individuelle Form ihren Ursprung dem Zufall verdankt, so sehr ist der Prozeß der Auslese und Evolution unabwendbare Notwendigkeit. Nicht mehr! Also keine geheimnisvolle inhärente ‚Vitaleigenschaft‘ der Materie, die schließlich auch noch den Gang der Geschichte bestimmen soll! Aber auch nicht weniger – nicht nur Zufall!“²¹

Die Ergebnisse der Molekularbiologie bestätigen also, wie auch kaum anders zu erwarten war, daß es in der Natur objektiv dialektisch zugeht. Der theoretische Ansatz von Monod, von dem aus er zu weittragenden weltanschaulichen Konsequenzen gelangte, ist damit ganz offensichtlich widerlegt.

20 K. Fuchs-Kittowski: Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der molekularen Biologie. S. 315.

21 Siehe: Vorwort zu: J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. München 1971.

5. Zur Dialektik von Struktur und Funktion (Prozeß)

Die großen Fortschritte der Biologie in den letzten Jahrzehnten basieren auf der immer exakteren Zuordnung von biologischen Strukturen zu den von ihnen verursachten oder ermöglichten biologischen Prozessen. Es gelang der Biochemie und Molekularbiologie, alle wesentlichen Lebensäußerungen und Lebenserscheinungen auf zwei Grundtypen von Makromolekülen, die Nukleinsäuren und Eiweiße, und auf die zwischen ihnen selbst und zwischen ihnen und dem System als Ganzem, unter Einschluß der Umwelt, herrschenden Wechselwirkungen zurückzuführen. Die Wechselbeziehungen sind chemischer und physikalischer Natur. Während sie in ihrer Gesamtorganisation die Spezifik des Lebens hervorbringen, sind die einzelnen Wechselwirkungen sämtlich einer genauen qualitativen und quantitativen physikalisch-chemischen Analyse sowie der mathematischen Modellierung zugänglich und werden damit zunehmend durch den Menschen beherrschbar.

Von F. Engels wurde er außerordentlich enge Zusammenhang von Physik, Chemie und Biologie, auf dem die Erfolge der modernen Biologie beruhen, wie folgt reflektiert: „Die Physiologie ist allerdings die Physik und besonders die Chemie des lebenden Körpers, aber damit hört sie auch auf, speziell Chemie zu sein, beschränkt einerseits ihren Umkreis, aber erhebt sich auch darin zu einer höheren Potenz.“²²

Heute ist klar, daß alle Eigenschaften einer Zelle oder eines Gesamtorganismus auf der Aktivität der Eiweißmoleküle beruhen, eine Tatsache, die von Engels auf der Grundlage seines tiefen Verständnisses der Biologie seiner Zeit genial vorausgesehen worden war. Die besondere Bedeutung der Eiweiße liegt in ihren katalytischen (Stoffwechselreaktionen beschleunigenden) und strukturgebenden Eigenschaften. Eiweiße sind Makromoleküle, die aus vielen Aminosäuren 20 verschiedener Arten bestehen, und die Funktionsfähigkeit des Eiweißmoleküls wird wesentlich durch die Reihenfolge dieser Bausteine und ihrer Verknüpfung zum hochpolymeren Molekül bedingt. Damit ist eine Trennung zwischen Struktur und Funktion auf der Ebene solcher Makromoleküle nicht mehr zulässig. Die Struktur läßt sich hier von der Funktion nicht mehr trennen, der Gegensatz von Struktur und Funktion ist entsprechend den Erkenntnissen der Molekularbiologie auf der Ebene der Elementarprozesse aufgehoben, die Struktur ist selbst Funktion, Aktivität, Prozeß. Man kann jedoch auf dieser Ebene keine absolute Gleichsetzung vornehmen, da hinsichtlich der Entstehung dieser Moleküle die Struktur das Prinzip hat und sich die Funktion ergibt.

Da Eiweiße nicht aus sich heraus entstehen, sondern vielmehr entsprechend einer genetischen Vorschrift oder chemischen Anweisung, die in den Nukleinsäuren enthalten ist, als Übersetzung und Verarbeitung dieser Information an bestimmten Zellorganellen erst entstehen, hat hier die durch andere Makromoleküle (DNS) vorgegebene Struktur gegenüber der Funktion das Prinzip. Rein äu-

22 F. Engels: Dialektik der Natur. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 20. S. 520.

ßerlich gesehen, erscheint es daher verständlich, daß bestimmte Ergebnisse der Molekularbiologie auf philosophischer Ebene zur Unterstützung strukturalistischer Konzeptionen herangezogen werden.

Der Strukturalismus, eine gegenwärtig besonders in Frankreich aktivierte philosophische Strömung, geht aus vom Prinzip der Struktur, erkennt eine einfache Entfaltung verschiedener Strukturen in der Zeit an, aber im wesentlichen nur im Zusammenstoß mit äußeren Bedingungen. Im Gegensatz zur dialektischen Betrachtung der Struktur und Funktion in ihrer tiefen Einheit wird diese ignoriert und einseitig die Unveränderlichkeit, die Invarianz der Struktur hervorgehoben. Wie L. Sèvre deutlich macht, bringt J. Monod „die strukturalistischen Ideen und Thesen“ in recht klarer Form zum Ausdruck. Nach Sèvre sind in Wirklichkeit „alle strukturalistischen Hauptideen gerade nicht der Wissenschaft, mit der sich J. Monod befaßt, entnommen – weder der Biochemie der Zelle noch der modernen Biologie schlechthin. Er hat sie von außen entlehnt, und zwar nicht nur den Arbeiten der Strukturalisten der 60er Jahre, sondern auch solchen Quellen wie der cartesianischen Philosophie.“²³

Der dialektische Materialismus erfaßt die Einheit von Struktur und Prozeß bzw. Funktion, indem er die Triebkraft aller Prozesse aufdeckt – den dialektischen Widerspruch. Er ist das Bindeglied zwischen Struktur und Prozeß, der relativen Unveränderlichkeit und der Gesetzmäßigkeit der Evolution.

Betrachten wir nun die andere außerordentlich interessante Gruppe von Makromolekülen, die Nukleinsäuren (DNS und RNS). Sie bestehen aus vielen Tausenden miteinander verknüpfter Bausteine, von denen es vier verschiedene Arten gibt. In der Reihenfolge dieser Bausteine ist die Vorschrift für die Reihenfolge der Verknüpfung der Aminosäuren bei der Eiweißsynthese verschlüsselt, und zwar so, daß jeweils drei Nukleinsäurebausteine eine Aminosäure kennzeichnen²⁴.

Die Funktion der Nukleinsäure besteht also wesentlich darin, daß sie unter Mitwirkung von Eiweißen, Informationen speichern, abgeben und in ein anderes System übertragen. Dies ist jedoch nur die eine Seite. Die andere Seite besteht darin, daß sie, wiederum unter maßgeblicher Beteiligung von Eiweißen, den Informationsgehalt, lies: ihre Bausteinsequenz, bei ihrer Selbstvermehrung auf die neu entstehenden Nukleinsäuremoleküle getreu übertragen, so daß alle durch diesen Replikationsprozeß entstehenden Nukleinsäuremoleküle den gleichen Informationsgehalt aufweisen. Dies ist genau das Verhalten, welches bei der Vererbung gefordert ist.

Die Struktur dieser Nukleinsäurenmoleküle entspricht den genannten Funktionen in vollkommener Weise. Sequenzen von Bausteinen sind gleichzeitig Information für die Eiweißsynthese sowie für die eigene ständige Verdoppelung (bzw.

23 L. Sèvre: Über den Strukturalismus. Zu einem Aspekt des ideologischen Lebens in Frankreich. In: Probleme des Friedens und des Sozialismus. Heft 5 und 6/1971; vgl. auch Heft 9 des Marxismus Digest. S. 131–150. Frankfurt/Main 1972.

24 Vgl.: L. Läsker/H.-A. Rosenthal: Molekularbiologie – ihre Errungenschaften und Perspektiven. In: Einheit. Heft 1 und 2/1966; W. Elsasser: The physical Foundation of Biology.

Replikation). Diesen beiden Funktionen entspricht ein und dieselbe Struktur. Auch hier ist, wie bei den Eiweißen, eine metaphysische Trennung von Struktur und Funktion nicht mehr möglich. Da die Struktur der Nukleinsäuren durch nichts anderes als durch sie selbst vorgegeben ist, entfällt hier auch das Prinzip der Struktur, so daß die Einheit von Struktur und Funktion vollständig realisiert wird.

Wichtig ist weiterhin folgender Gedanke: Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der grundlegenden Strukturiertheit der Materie und dem Begriff der Information als universeller Eigenschaft von Systemen. Aus der Strukturiertheit der Materie folgt, daß von vornherein den Variationsmöglichkeiten Schranken gesetzt sind. Genauso wie wir an Stelle von beliebig kleinen Elementarteilchen und Energiemengen feste Quanten setzen müssen und an Stelle von beliebigen Orten eines Elektrons solche, die durch Quantenzahlen gegeben sind, ist von beliebigen Konfigurationen eines Moleküls nur eine kleine Anzahl genügend stabil, um höhere Strukturen zu bilden. An Stelle unendlich vieler räumlicher Anordnungen von Nukleinsäuren und Eiweißen ist nur eine sehr begrenzte Zahl durch die ihnen innenwohnenden Beziehungen mit der Stabilität lebender Systeme vereinbar. Somit ergibt sich auf jeder Entwicklungsstufe der Materie durch die für sie eigentümlichen Strukturen eine natürliche Auslese der Möglichkeiten, die auf einer niedrigeren Organisationsstufe noch denkbar sind. Damit wächst aber auch der Informationsgehalt. So ist auch die Gabe, Information aufzunehmen und weiterzugeben, zwar beim Menschen auf das höchste vervollkommenet, aber in ihren Elementen schon auf den niederen Stufen der Organisation der Materie vorhanden.

Während wir bisher die Einheit von Struktur und Funktion für jede der beiden Stoffklassen, Nukleinsäuren und Eiweiße, getrennt diskutiert haben, ergibt sich bei Betrachtung ihres Zusammenwirkens in lebenden Systemen eine gewisse Polarisierung. Hier kann man davon ausgehen, daß die Nukleinsäuren mit ihrem Informationsgehalt die Struktur der Eiweiße vorgeben, während diese selbst alle entscheidenden Funktionen (Stoffwechsel) des Lebens ausführen. Mit gewissen Einschränkungen ist es daher vielleicht berechtigt, die Nukleinsäuren als Struktur- und Invarianzprinzip, die Eiweiße als Funktions- und Teleonomieprinzip anzusehen.

Für das Verständnis des Lebenden ist es nun eine wichtige Erkenntnis, daß in jedem auch noch so einfachen lebenden System die (Nukleinsäure-)Struktur und die (Eiweiß-)Funktion durch vielfältige Rückkopplungen miteinander verknüpft sind und diese Verknüpfung schon in einem sehr frühen Stadium der Entwicklung lebender Systeme aufgetreten sein muß. Diese Erkenntnis steht gegen ein Grundpostulat *Monads*, wonach jede philosophische Betrachtung der Evolution unvermeidlich eine Annahme darüber voraussetze, „welcher der beiden für die Lebewesen charakteristischen Eigenschaften (Invarianz und Teleonomie) die ursächliche und zeitliche Priorität zukommt“²⁵. Indem Monod sich eindeutig für

25 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 35.

das Pramat der Invarianz entscheidet, wobei er der Mehrzahl der großen philosophischen Systeme vorwirft, daß sie sich irrtümlicherweise von der entgegengesetzten Hypothese hätten leiten lassen, nach der „*die Invarianz, die Ontogenese und die Evolution ... Äußerungen eines ursprünglichen teleonomischen Prinzips*“²⁶ seien, stellt er faktisch die Behauptung eines Primats der Nukleinsäuren bei der Lebensentstehung auf. Ob Nukleinsäure oder Eiweiß zuerst vorhanden waren, ist die alte undialektische Frage nach dem Pramat von Huhn oder Ei im neuen Gewand. Wir müssen aber im Gegensatz hierzu feststellen, daß erst das Miteinander-in-Beziehung-Treten von Proteinen und Nukleinsäuren den Ursprung des Lebens bedeutet hat, wozu beide vorhanden gewesen sein müssen, und daher die Frage, was zuerst da war, relativ bedeutungslos, ja sogar sinnlos ist. Sie wäre nur berechtigt, wenn die mechanistische Kausalität das einzige Ordnungsprinzip in einer sonst ungeordneten Welt darstellte. *M. Eigen*²⁷ vertritt u.E. zu Recht die Auffassung, daß sich für die Betrachtung der Zelle diese Frage aufhebt, weil Funktion nur in der durch die Information organisierten Struktur möglich ist, Information aber nur über die realisierte Funktion ihre Bedeutung erhält. Dieses System ist mit einem linearen Kreisprozeß vergleichbar, bei dem zwar vorausgesetzt werden muß, daß er irgendwann einmal ein nichtkreisförmiger mit einem Startpunkt war, daß aber nach Schließung dieses Kreises die Frage nach dem Startpunkt bedeutungslos geworden ist. Auch in dieser Komplexität bedingen Struktur und Funktion einander.

6. Information und Evolution

Eine grundsätzliche Schwäche der philosophischen Gedanken *Monads* besteht darin, daß die Spezifik der verschiedenen Bewegungsformen der Materie unberücksichtigt und die Probleme des Übergangs und der Entwicklung dieser Bewegungsformen entweder auf den reinen Zufall zurückgeführt oder, noch einfacher, gar nicht abgehandelt werden. So ergibt sich, daß *Monod* zur Frage der Entstehung des Lebens oder seiner Frühformen wie auch zur Frage des Übergangs von der Biosphäre zur menschlichen Gesellschaft kaum Stellung nimmt.

Eine wichtige Erkenntnis der Molekularbiologie besteht darin, daß die Evolution der Lebewesen mit der Evolution ihrer genetischen Information verbunden ist. Die Information als Einheit von Träger, Struktur und Bedeutung war nicht von Anfang an da, der Informationsgehalt der Lebewesen war zu Beginn geringer und wurde im Verlauf der Evolution immer größer. Das Verständnis der Evolution erfordert also heute eine Theorie der Informationsentstehung bzw. -vermehrung, die sich jedoch erst in den Anfängen befindet.

26 Ebenda: S. 37.

27 Vgl.: *M. Eigen: Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules*. In: *Die Naturwissenschaften*. Heft 10/1971.

* Während wir in den vorangegangenen Abschnitten gewisse Möglichkeiten angedeutet haben, wie sich auf dem Niveau des bereits entstandenen Lebens Veränderungen und Gewinne von Informationsgehalten haben ergeben können, scheint uns diese Frage für das entstehende Leben jedoch von anderer Art zu sein. Hier geht es nicht mehr um Modifikationen, sondern um die Entstehung der Qualität „Information“ überhaupt, und es tauchen u.a. solche Probleme auf wie: Von welchem Augenblick an repräsentiert ein Nukleinsäuremolekül Information? Welche Bedeutung hat die dialektische Einheit von Notwendigkeit und Zufall bei der Entstehung der genetischen Information?

Frühere Theorien der Entstehung des Lebens auf der Erde haben entweder die Qualität Information und daher auch das Problem ihrer Beteiligung an diesem Prozeß ungenügend oder gar nicht gesehen oder sie in einem idealistischen Sinne, etwa als vorgegebenen Bauplan oder Materie gewordene Idee, betrachtet. In jüngster Zeit ist Nobelpreisträger *M. Eigen* mit einer umfassenden physikalisch-chemischen Theorie über die Entstehung und Entwicklung präbiotischer Wechselwirkungen zwischen Nukleinsäuren und Eiweißen hervorgetreten²⁸, deren Hauptanliegen es ist, den evolutionären Charakter, die innere, die Entwicklung vorantreibende Dynamik dieser elementaren Wechselwirkungen zwischen Makromolekülenarten aufzuzeigen. Damit ist naturwissenschaftlich (theoretisch und experimentell konkret) eine Lücke geschlossen worden, auf die aus strukturwissenschaftlicher und erkenntnistheoretischer Sicht z.B. durch *I. I. Schmalhausen, W. M. Elsasser* und *K. Fuchs-Kittowski* bereits hingewiesen worden war²⁹.

Uns scheint besonders bedeutungsvoll, daß eine naturwissenschaftliche qualitative und quantitative Analyse der Nukleinsäure-Eiweiß-Wechselwirkungen, die eine Voraussetzung für die Entstehung des Lebens waren und es wirklich hervorgebracht haben, besonders geeignet ist, an einem wesentlichen Objekt die Dialektik der Evolution darzutun und auch für dieses in tiefstes Dunkel gehüllte evolutionäre Ereignis die Beziehungen von Zufall und Notwendigkeit aufzudecken. Es ist erstaunlich, daß *J. Monod*, der als einer der ersten Naturwissenschaftler gewisse Wechselwirkungen zwischen Eiweißen und Nukleinsäuren, wenn auch nicht physikalisch-chemisch, so doch biologisch erfolgreich analysiert hat, eben auf die tiefere Analyse dieser Wechselwirkungen von vornherein verzichtet hat. Man muß sich deutlich machen, daß *Monod* an der Entdeckung der Repressoren maßgeblich beteiligt war, jener Eiweißmoleküle, die in Abhängigkeit von Umweltfaktoren die Aktivität von Genen ein- und ausschalten können, daß er die Aufklärung der Nukleinsäure-Eiweiß-Wechselwirkungen im Prozeß der Informa-

28 Siehe: Ebenda.

29 Siehe: *I. I. Schmalhausen: Natürliche Auslese und Information*: In: *Sowjetwissenschaft. Naturwissenschaftliche Beiträge*. Heft 9/1960; *W. Elsasser: The physical Foundation of Biology*. Oxford 1958; *K. Fuchs-Kittowski: Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der modernen Biologie*. Jena 1969; *K. Fuchs-Kittowski: Information, ihre Speicherung und Verarbeitung in biomolekularen Systemen*. In: *Philosophische und ethische Probleme der modernen Genetik*. Berlin 1972.

tionsübertragung bei der Eiweißsynthese außerordentlich stimuliert hat, um zu begreifen, wie unberechtigt es war, an dieser Stelle aufzugeben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß er aufgrund seiner undialektischen Haltung dazu geführt worden ist. Im Grunde hielt er den Schlüssel in der Hand.

Sicherlich kann man davon ausgehen, daß in der wäßrigen Phase eines Urozeans, ohne die Mitwirkung von Eiweißkatalysatoren Nukleinsäurebausteine entstanden sind. Diese besitzen kein hohes Molekulargewicht und ihre Entstehung auf nicht-enzymatischem Wege ist genauso problematisch oder unproblematisch wie die anderer organischer Kohlenstoffverbindungen. Schwierig zu verstehen ist die Entstehung von Nukleinsäurefädern, die aus Vielfachen dieser Bausteine zusammengesetzt sind. Versuche im Reagenzglas haben ergeben, daß dieser Prozeß durch Vorgabe eines „template“ (Matrize) in Gang kommt und beschleunigt werden kann. Es wirken dann die sterischen Vorteile von Wasserstoffbrückenbindungen zwischen komplementären chemischen Körpern. *M. Eigen* konnte zeigen, daß dieser Vorgang automatisch weiterläuft, wenn die ersten drei unabhängigen Wasserstoffbrückenbindungen des Reißverschlußsystems in Gang gesetzt worden sind. Danach erscheint die Synthese eines Nukleinsäure-Doppelstrang-Fadens bei Vorhandensein wenigstens einer Matrize nicht so problematisch, wie die Entstehung der Matrize selbst.

In diesem Stadium der Entwicklung dürfen wir wahrscheinlich das Problem der Erhaltung einer Struktur in bezug auf ihre Umwelt noch nicht so sehr vom Standpunkt ihrer Vermehrungsfähigkeit, sondern wohl zu einem nicht unwesentlichen Teil auch vom Standpunkt ihrer Stabilität und der Wahrscheinlichkeit ihres Zustandekommens aus betrachten.

Wahrscheinlich war im Urozean genügend Gelegenheit zur Bildung zunächst einsträngiger Nukleinsäuremoleküle gegeben und von Anfang an wurde deren Stabilisierung in Wechselwirkung mit einfachen Eiweißen erreicht. Wir möchten betonen, daß der Begriff genetische Information im heute gebrauchten Sinne auf diese Gebilde noch nicht oder höchstens eingeschränkt angewendet werden kann, weil eine Bedeutung für ein System noch fehlt. Heute ist genetische Information funktionell zu verstehen. Sie enthält die Vorschrift für ihre identische Replikation und für die Eiweißsynthese. Die Replikation ist, sobald der komplementäre Nukleinsäure-Doppelstrang-Faden entstanden war, gegeben. Die Beziehung zur Eiweißsynthese fehlte aber zunächst noch. Es ist außerordentlich schwierig zu verstehen, wie die Vorschrift für die Eiweißsynthese sich herausgebildet haben mag. Aber sicherlich geht man nicht fehl in der Annahme, daß die erste Codierung gerade für diejenigen Proteine erfolgte, die mit den Nukleinsäuren in ununterbrochener Wechselwirkung existierten. Man könnte sich vorstellen, daß eine verhältnismäßig unspezifische Wechselwirkung auf dem Phosphorsäure-Zucker-Rückgrat des Nukleinsäurefadens gefolgt war von einer spezifischen Wechselwirkung auf der gegenüberliegenden Seite, dort nämlich, wo in bestimmter Weise die komplementären Basen einander zugekehrt sind. Hier haben sich Oligopeptide und später auch Polypeptide, die zufällig entstanden, mit bestimmten Nukleotidsequenzen verknüpft, und über eine lange Zeit war die Erkennung

und Bindung bestimmter Nukleotidsequenzen durch bestimmte Aminosäuresequenzen ein Spiel im großen Experimentierfeld der Natur. In diesem Durchspielen von passenden Nukleotidsequenzen mit Aminosäuren ist vielleicht auch der Ursprung für den genetischen Code gelegt worden. Für das Verständnis der Evolution kann die Antwort auf die Frage, ob die Information Produkt reinen Zufalls oder gesetzmäßig entstanden sei, nur lauten, daß die Wirkung des Zufalls schrittweise eingeschränkt worden ist. Zufällig entstehen ganz verschiedene Sequenzen, von denen einige in unterschiedlicher Qualität die gleiche oder eine ähnliche Funktion erfüllen. Hier tritt sofort das Element der Selektion und damit auch das Element der Notwendigkeit auf.

Im Verlaufe der Entwicklung haben sich später hochspezialisierte Erkenntnisse herausgebildet. Nukleinsäurepolymerasen erkennen Anfang und Ende der zu kopierenden Strecke an Hand spezifischer Nukleotidsequenzen. Repressoren erkennen ebenfalls spezifische Nukleotidsequenzen. Ribosomale Proteine gehen mit der ribosomalen RNS besonders strukturierte Wechselwirkungen ein, und die dabei geschaffenen Gebilde ermöglichen die Proteinsynthese. Ein erster Höhepunkt dieser Entwicklung war der selbstinstruktive, autokatalytische, komplementäre Nukleinsäure-Doppelstrang in Wechselwirkung mit Eiweißen, der eine hohe Replikationsrate aufwies. Ein weiterer Höhepunkt war die Synthese spezifisch wechselwirkender Proteine unmittelbar an solchen stabilen Nukleotidsequenzen. Dies ist der Schritt der Nutzung des Systems als Information für die Proteinsynthese. Die räumliche Trennung, wie sie uns heute begegnet, zwischen der DNS und dem Proteinsyntheseapparat, ist sicher später gekommen.

Dies ist die eigentliche Geburtsstunde der genetischen Information, da jetzt die Nukleotidsequenz ein Eiweiß hervorbringt. Nicht ausgeschlossen ist natürlich, daß die Nutzung von Nukleotidsequenzen für die Polymerasesynthese bereits von Anfang an probiert wurde, daß Polymerase und die zugehörige Nukleotidsequenz von vornherein die entscheidende Wechselwirkung darstellten. In diesem Falle wäre die Entstehung genetischer Informationen synchron mit der Entstehung von Nukleinsäuren und Polypeptiden anzusehen. Die Entstehung der genetischen Information ist nicht an die Entstehung der Zelle gebunden. So haben sich wesentliche Voraussetzungen des Lebens, also auch die Information, als Prinzip bereits vorher entwickelt. Die reine Zufälligkeit bei der Entstehung der präbiotischen Etappen des späteren Lebens wurde von vornherein durch die Entwicklung von Wechselwirkungen zwischen Nukleinsäuren und Eiweißen im Sinne von Stabilisierung, Rückkopplung und Replikation eingeschränkt. Hierbei haben die Eiweiße mit einem hohen Ausmaß an Erkennungs- und Katalysekapazität und die Nukleinsäuren mit der spezifischen Selbstinstruktion sich gegenseitig ergänzt. Keine der Makromolekülararten konnte gleichzeitig Instruktion und katalytische Replikation der Information gewährleisten. Ein folgender Schritt in der Entwicklung ist die Kompartimentierung dieser Systeme, die aber im Prinzip

früher von Oparin bereits am Beispiel der Koazervatbildung gedacht worden ist³⁰.

Die Zufallsrate der makromolekularen Bewegung wurde weiter dadurch eingeschränkt, daß der örtlich begrenzte Vorrat an freien Nukleotiden infolge der katalytischen Konzentrierungsarbeit der Eiweiße bevorzugt durch jene Nuklein-säuremoleküle verbraucht wurde, die sich gegenüber anderen schneller und intensiver replizieren konnten. Hier wurden Vermehrungstendenzen mit Verbrauchstendenzen, Molekülgrößen mit Baustein-Konzentrationen in Beziehung gesetzt und das allgemeine Spiel des absoluten „reinen Zufalls“ eingeschränkt auf ein Spiel nach Regeln, bei dem stets derjenige (Nukleinsäure-Protein-Komplex) gewann, der die größte Menge Unordnung aus seiner Umgebung in die größte Menge Ordnung seiner eigenen Replikation verwandeln konnte.

Eine uneingeschränkte Zufälligkeit bei der Entstehung funktionsfähiger Nukleinsäure-Eiweißkomplexe ist auch aufgrund der Tatsache sehr unwahrscheinlich, daß das Durchprobieren aller theoretisch denkbaren Makromoleküle zur Auffindung eben der funktionstüchtigen Struktur eine astronomisch hohe Zahl verschiedener Makromoleküle verlangen würde, nämlich 10^{130} , die weder im Sonnensystem noch in dem sonst uns bekannten Weltraum Platz haben würden. Infolgedessen hat entweder ein „Glückstreffer“ in einem sehr frühen Stadium dieser „Versuche“ eben die richtigen Makromoleküle hervorgebracht, oder sie haben sich gesetzmäßig Schritt für Schritt entwickelt und jeder Schritt schloß den Zufall sowie Rückkopplung und Prüfung des Erreichten ein und schuf gleichzeitig damit die Bedingungen für den nächsten Schritt. Wir sind der Auffassung, daß letzteres, weil auf den Gesetzen der Physik und Chemie beruhend, der Weg war, auf dem sich die Anfänge der Entstehung genetischer Informationen und damit des Lebens vollzogen haben.

Nach Monod ist die Wahrscheinlichkeit für diesen Glückstreffer der Entstehung und Evolution des Lebens fast gleich Null. „Unsere Losnummer kam beim Glücksspiel heraus. Ist es da verwunderlich, daß wir unser Dasein als sonderbar empfinden – wie jemand, der im Glücksspiel eine Milliarde gewonnen hat?“³¹ Anders ausgedrückt heißt dies, daß es keine rationale Begründung für die Entstehung und Entwicklung lebender Systeme und dann natürlich auch nicht für die menschliche Gesellschaft gibt. So kann man wohl den Ausspruch von François Mauriac verstehen: „Was dieser Professor sagt, ist noch viel unglaublicher als das, was wir armen Christen glauben.“³²

Die Vorstellung vom absoluten Zufall, wie sie Monod entwickelt, führt daher letztlich zur Schöpfungsvorstellung. Diesen Schluß zieht dann auch J. Haas, der, bezugnehmend auf die erwähnte Behauptung Monods, schreibt: „Die einleuchtendste Ursache für die Verwirklichung einer planmäßigen (teleonomen) Struktur und Leistung, wenn diese aufgrund vorliegender Bedingungen als im höchsten

30 A. I. Oparin: Die Entstehung des Lebens auf der Erde. Berlin 1957.

31 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 178/179.

32 Zitiert bei: Ebenda: S. 171.

* Maße unwahrscheinlich erscheinen, ist das Wirken eines intellektbegabten Wesens. In diesem Sinne spricht die so unvorstellbar kleine a priori-Wahrscheinlichkeit bei der Entstehung und Evolution der Biosphäre für das Wirken eines Wesens mit höchster Intellektualität, welches man im herkömmlichen Sprachgebrauch als ‚Schöpfer‘ bezeichnet.“³³

Monod selbst meint allerdings, mit seinen Vorstellungen nicht nur den Marxismus, sondern auch die Religion überwunden zu haben. Die Behauptung, daß die Entstehung des Lebens und des Menschen dem absoluten Zufall geschuldet sei, führt ihn zu der Annahme daß das Leben durch ein einziges Ereignis im Universum aufgetaut sei. Daraus leitet Monod den Versuch ab, den Existentialismus naturwissenschaftlich zu stützen. Der Mensch sei in ein stummes, ihm gegenüber gleichgültiges und fremdes Universum geworfen, ohne daß es einen Werfer gäbe. Der Mensch müsse diese Einsicht nicht nur als objektive Wahrheit der Wissenschaft, sondern auch als Wahrheit des eigenen Lebens annehmen, und zwar gegen das eigene Bedürfnis nach totaler Erklärung und absoluter Rettung.

Als objektive Wahrheit der Wissenschaft können wir jedoch nur erkennen, daß die Entstehung des Lebens an eine Reihe physikalisch eindeutig begründbarer Eigenschaften gebunden ist, daß die Vorbedingungen zur Ausbildung dieser Eigenschaften sich schrittweise herausgebildet haben, so daß, wie M. Eigen hervorhebt, „... der Ursprung des Lebens sich ebensowenig wie die Evolution der Arten als einmalig vollzogener Schöpfungsakt darstellen läßt“³⁴. Als Wahrheit für unser eigenes Leben nehmen wir daraus nicht die Hoffnung auf totale Erklärung oder absolute Rettung, sondern die Gewißheit der Existenz von für den Menschen prinzipiell erkennbaren und im Prozeß seiner weiteren Entwicklung immer besser beherrschbaren Gesetzmäßigkeiten in allen Bereichen der objektiven Realität.

7. Evolution als Optimierungsprozeß

Monod behauptet, daß Engels aufgrund der Naturdialektik dazu geführt worden sei, zwei der größten Entdeckungen seiner Zeit, nämlich den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und die Darwinsche Erklärung der Evolution durch die Selektion, zu verwerfen. Diese Behauptung ist eine Fälschung. Engels hat diese fundamentalen Errungenschaften der Physik und der Biologie nicht abgelehnt, sondern im Gegenteil tiefer verstanden als seine Zeitgenossen. Seine kritischen Bemerkungen in der „Dialektik der Natur“ wenden sich gegen das Wirken des platten „reinen“ Zufalls sowohl beim zweiten Hauptsatz wie beim Selektionsprinzip und führen uns dazu, in beiden Fällen die Dialektik von Zufall und Notwendigkeit zu beachten. Wir können in bezug auf den zweiten Hauptsatz der

33 J. Haas: Monods Zufall und Notwendigkeit. In: Stimmen der Zeit. Heft 1/1972.

34 M. Eigen: Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules. In: Die Naturwissenschaften. Heft 10/1971. S. 522.

Thermodynamik auf eine Arbeit von H.J. Treder³⁵ verweisen. Der Autor hebt das Genie Engels' und die Tiefe seiner Einsichten in die Entwicklung der Physik hervor, der zehn Jahre vor jedem anderen die logische Notwendigkeit der rein statistischen Natur des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik aufgedeckt hat, während führende Thermodynamiker wie Planck noch 1895 dazu neigten, den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik für ein *absolut* gültiges Naturgesetz zu halten und aus diesem Grunde der Atomistik damals skeptisch gegenüberstanden.

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik sagt aus, daß in jedem abgeschlossenen System die möglichen Prozesse so ablaufen, daß die Entropie zunimmt oder wenigstens nicht abnimmt. Die Entropie ist dabei eine Größe, die ein Maß für die im System herrschende Unordnung angibt. So hat z.B. ein mit Gas gefülltes Gefäß, in dem alle Gasmoleküle in einer Ecke konzentriert sind, eine geringere Entropie als das gleiche Gefäß, bei dem die Moleküle regellos über den ganzen zur Verfügung stehenden Raum verteilt sind. Sich selbst überlassen geht deshalb das Gefäß nach dem zweiten Hauptsatz vom ersten in den zweiten Zustand über, aber niemals umgekehrt. Der zweite Hauptsatz läßt sich auch als Maximalprinzip formulieren: In jedem abgeschlossenen System strebt die Entropie einem Maximum zu.

Die Selektion bedeutet das Überleben des am besten an die Umwelt angepaßten Organismus oder der am besten angepaßten Art. Die Lebewesen mit einer größeren Fortpflanzungsrate (Zahl der zur Fortpflanzung kommenden Nachkommen pro Lebewesen und pro Zeiteinheit) sind gegenüber den Lebewesen mit geringerer Fortpflanzungsrate im Vorteil, und sie setzen sich durch. Der Vererbungsmechanismus mit seinen zufälligen Veränderungen (Mutationen) läßt immer neue Lebewesen entstehen, die von ihren Vorfahren in günstiger und ungünstiger Richtung abweichen. Beides, Wirken des Zufalls und Selektion, erklärt die Evolution, die Höherentwicklung der Lebewesen zu immer höherer Organisation.

Beide Prinzipien, der zweite Hauptsatz der Thermodynamik und das Selektionsprinzip der Evolution machen eine Aussage über die Richtung der Prozesse: In rein physikalischen Prozessen nimmt die Ordnung ab, in biologischen Prozessen nimmt die Ordnung zu. Darin wurde von vielen Wissenschaftlern und Philosophen der grundsätzliche Unterschied zwischen Physik und Biologie gesehen, und die Vitalisten gingen soweit zu behaupten, daß es in den Lebewesen eine besondere Lebenskraft gebe mit der Fähigkeit, den zweiten Hauptsatz außer Kraft zu setzen.

In der Tat handelt es sich aber bei Lebewesen um energetisch offene Systeme, die auswählen und konzentrieren können. Wenn man das Planetensystem, speziell das System Erde-Sonne als abgeschlossenes System betrachtet (was mit großer Annäherung für sehr lange Zeiten zulässig ist), so gilt für dieses System der zweite Hauptsatz, obwohl die Ordnung in den einzelnen Lebewesen und in der ganzen Biosphäre zunimmt. Diese selbst ist kein abgeschlossenes System, und

³⁵ H.-J. Treder: Friedrich Engels' Kritik an der absoluten Gültigkeit des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik. In: Spektrum. Heft 2/1971.

die irreversible Thermodynamik, die Thermodynamik der offenen Systeme wurde erst in den letzten Jahrzehnten entwickelt, gerade auch im Hinblick auf ein tieferes biophysikalisches Verständnis der Lebensprozesse.

Die Evolution läßt sich in zweifacher Weise als Optimierungsprozeß deuten, wobei das Selektionsprinzip an die Stelle der Institution tritt, die das Optimalitätskriterium festgelegt, ohne die der Begriff der Optimalität nicht definiert ist.

Wenn wir die oben angegebene Beschreibung des Selektionsprinzips wieder aufnehmen, so können wir in grober Vereinfachung der reichen, formen- und farbenfrohen Tier- und Pflanzenwelt formulieren: Aufgrund des Selektionsprinzips entwickelt sich das Leben in der jeweils gegebenen Umwelt so, daß sich unter den vorhandenen und entstehenden Biosystemen diejenigen durchsetzen und folglich heute anzutreffen sind, die die größte Fortpflanzungsrate haben. Hierbei kann unter einem Biosystem eine Art, aber auch eine Gemeinschaft von Arten gemeint sein. Es ist auch zu beachten, daß eine Art der anderen als Nahrung dienen kann. Schließlich muß noch die Möglichkeit der aktiven Veränderung der gegebenen Umwelt berücksichtigt werden, die schon im Tierreich auftritt (z.B. Termiten oder Biber), aber für den Menschen, da bewußt vollzogen, typisch ist.

Von C. F. v. Weizsäcker³⁶ wurde ein anderes Optimalitätsprinzip aufgestellt, das sich aus dem Selektionsprinzip ergibt und das Einwände von Lecomte de Noüy und van der Waerden gegen den Darwinismus entkräfftet. Van der Waerden berechnet, daß das Entstehen eines so komplizierten Organes wie etwa des Säugetierauges durch eine große Zahl von einzelnen Zufallschritten unverhältnismäßig mehr Zeit benötigen muß, als die 4 Milliarden Jahre, die bestenfalls auf der Erde zur Entstehung und Entwicklung des Lebens zur Verfügung gestanden haben. Es sei deshalb anzunehmen, daß es ein uns noch unbekanntes prinzipiell anders als die Selektion funktionierendes biologisches Prinzip geben muß. Weizsäcker entgegnet: Die Grundvoraussetzung der Gleichwahrscheinlichkeit aller möglichen Kombinationen und die Unabhängigkeit der einzelnen Schritte voneinander, die van der Waerden benutzt, ist unberechtigt. Stellen wir uns alle möglichen Wege vor, die die Natur einschlagen kann, um im Laufe der Evolution bis zum Auge zu gelangen. Die Zahl der möglichen Wege ist unübersehbar groß. Die Wissenschaftler können bis heute nicht einmal einen einzigen solchen Weg angeben! Eins aber ist sicher: Unter allen möglichen Wegen hat die Natur einen Weg ausgewählt, der ein Minimum an Zeit verlangt: denn das Lebewesen, das zuerst mit einem vollkommenen Auge ausgestattet war, ist allen Lebewesen, die einen längeren Weg eingeschlagen haben, überlegen: Das Lebewesen, das zuerst ans Ziel gelangt ist, ist das heute existierende und hat die anderen überlebt.

Das Weizsäckersche Optimalitätsprinzip läßt sich etwa wie folgt formulieren: Aufgrund des Selektionsprinzips hat sich ein heute bestehendes Biosystem auf

³⁶ C. F. von Weizsäcker: Über das Verhältnis von Physik und Biologie. In: Wissenschaftliche Welt. Heft 5/1966. S. 15/16; C. F. von Weizsäcker: Die Einheit der Natur. München 1971. S. 286.

dem schnellsten unter den gegebenen Umweltbedingungen möglichen Wege entwickelt. Unter dieses Prinzip fallen auch Lebewesen, wie die Blaulalgen, die sich seit Milliarden von Jahren nicht mehr verändert haben, das Prinzip verlangt nur, daß die Entwicklung bis zu der ersten in der heutigen Form existierenden Blaulalge auf dem kürzesten Weg geschehen ist. In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, daß das Tintenfischauge, das entwicklungsgeschichtlich einen ganz anderen Weg gegangen ist als das Säugetierauge, zum gleichen Konstruktionsplan geführt hat. Das ist neben dem Bestehen der beiden Optimalitätsprinzipien ein Beweis dafür, daß Gesetzmäßigkeiten die Evolution bestimmen.

Wie M. Eigen³⁷ in seiner jüngsten Arbeit deutlich werden läßt, ist Darwins Prinzip kein der Biosphäre allein angehörendes nicht rückführbares Phänomen, sondern erweist sich als ein an bestimmte physikalische Voraussetzungen gebundenes Optimalitätsprinzip. Er geht dabei von der Thermodynamik der offenen Systeme aus. Prigogine und Glansdorff³⁸ haben gezeigt, daß es offene Systeme gibt, bei denen die Entropie in der Nähe eines Fließgleichgewichtes abnimmt. Das trifft insbesondere für offene Systeme zu, in denen sich autokatalytische Reaktionen abspielen. Da die Entropie abnimmt, ist das Fließgleichgewicht nicht stabil, das System strebt dabei auf Kosten seiner Umgebung einem Zustand mit geringerer Entropie, also höherer Ordnung zu. Im Gegensatz zur Thermodynamik der geschlossenen Systeme strebt also hier nicht die Entropie, sondern die Organisation einem Maximum zu.

Aufgrund dieser Theorie lassen sich Begriffe wie Selektionsspannung und Selektionswert physikalisch objektivieren und quantitativ formulieren. Damit erscheint das Darwinsche Prinzip als ein an bestimmte physikalische Bedingungen gebundenes ableitbares Optimalitätsprinzip. „Jedes durch Mutation und Selektion erhaltene System ist hinsichtlich seiner individuellen Struktur unbestimmt, trotzdem ist der resulterende Vorgang der Evolution zwangsläufig – also Gesetz. Das Auftreten einer Mutation mit selektivem Vorteil entspricht einer Instabilität, die mit Hilfe des Prinzips von Prigogine und Glansdorff für statioäre, irreversible thermodynamische Prozesse als solche erklärt werden kann. Der Optimierungsvorgang der Evolution ist somit im Prinzip unausweichlich, hinsichtlich der Auswahl der individuellen Route jedoch nicht determiniert.“³⁹

Durch die quantitative Formulierung des Selektionswertes und aufgrund der Evolution als Optimierungsprozesse werden Fragen der Evolution von konkurrierenden und kooperierenden Arten auch der Behandlung durch die Spieltheorie, der mathematischen Theorie vom optimalen Verhalten in Konfliktsituationen zugänglich. Eigen spricht in seiner Arbeit von der Spieltheorie als einem

„Schlüssel zu weiterer Verallgemeinerung der Evolutionstheorie“⁴⁰. Nach Bremermann⁴¹ können die Evolutionsprozesse als optimale Prozesse mit Hilfe der Theorie der optimalen Steuerung von Prozessen behandelt werden, die sich ebenso wie die Spieltheorie zu einer mathematisch weit ausgebauten Theorie entwickelt hat.

Die Darlegungen führen u.a. zu zwei Fragen: 1. zu der Frage nach den Beziehungen zwischen Physik, Chemie und Biologie und 2. zu der Frage nach der, wie Monod es nennt, „anthropozentrischen Illusion“. Biochemie, Molekularbiologie und Kybernetik machen endgültig klar, daß es keine Kluft zwischen nicht lebender und lebender Natur gibt. Das bedeutet jedoch nicht, daß die Lebensprozesse gegenüber den „rein“ physikalisch-chemischen Prozessen keine Spezifität besitzen. Die Prinzipien der Physik und Chemie äußern sich in den Lebensprozessen in einer besonderen, für diese spezifischen Art und Weise. Dies wird besonders deutlich bei dem für die Theorie der Informationserzeugung charakteristischen, von Eigen entwickelten, physikalisch ableitbaren Wertkonzept, das den Optimierungsprozeß der Evolution beherrscht.

Die moderne Wissenschaftsentwicklung zeigt die außerordentlich enge Verbindung von Physik, Chemie und Biologie. Die biologische Bewegungsform der Materie läßt sich als physikalisch-chemische Bewegung erklären, jedoch, und das ist das Entscheidende, auf einer neuen höheren Ebene der Komplexität (des gesamten Niveaus der Organisation) des Systems, einer stärkeren inneren Determination und damit qualitativ unterschieden von der einfachen physikalisch-chemischen Bewegung der Materie. Die biologischen Gesetzmäßigkeiten widersprechen nicht den einfachen Gesetzen des Verhaltens auf niedriger Ebene, lassen sich jedoch auch nicht auf diese reduzieren, da sie gegenüber den einfacheren physikalisch-chemischen Gesetzen integralen Charakter tragen, sie umfassen diese, sie schränken die Vielzahl der Möglichkeiten der physikalisch-chemischen Bewegungsform der Materie ein, woraus sich echt neue Möglichkeiten der weiteren Entwicklung ergeben. Ein dialektisch-materialistisches Verständnis der engen Beziehungen zwischen Physik, Chemie und Biologie steht sowohl dem Vitalismus als auch dem Mechanizismus entgegen: Es muß jedoch auch hinausgehen über die Konzeption der verallgemeinerten Komplementarität, derzu folge biologische Gesetze als Ergänzung physikalisch-chemischer Gesetze zu verstehen sind. Spezifische Struktur, Ganzheit, Komplexität und Variabilität sind für das lebende System charakteristisch; sind nicht etwas Zusätzliches, sondern etwas, das den „rein“ physikochemischen Prozeß modifiziert. Damit wird das Dilemma des reinen Mechanismus oder Vitalismus überwunden.

40 Ebenda: S. 518.

41 H. Bremermann: On the Dynamics and Trajectories of Evolution Processes. Wien/Heidelberg/New York 1972. Zum Problem der biologischen Evolution als Optimierungsprozeß vgl.: H. Bremermann: Optimization through Evolution and Recombination. In: Self-Organizing Systems 1962. Washington 1962.

37 M. Eigen: Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules. In: Die Naturwissenschaften. Heft 10/1971.

38 P. Glansdorff/J. Prigogine: Thermodynamic theory of Structure, Stability and Fluctuations. London 1971.

39 Siehe: M. Eigen: In: Die Naturwissenschaften. Heft 10/1971. S. 521.

Monod unterscheidet zwischen Vitalisten wie *Bergson*, die zur Erklärung der Lebensprozesse ein geistiges Prinzip (*élan vital*) einführen, und „wissenschaftlichen Vitalisten“, zu denen er z.B. *Driesch*, *Bohr* und *Elsasser* rechnet, die einen die physikalisch-chemischen Prozesse ergänzenden rein biologischen Prozeß annehmen⁴². Während im ersten Falle die belebte Materie in direktem Gegensatz zur unbelebten Materie steht, sind es im zweiten, entsprechend dem Komplementaritätsprinzip zwei sich gleichzeitig ausschließende und ergänzende Seiten der Materie. Weiter gibt es nach *Monod* die „Animisten“, zu denen er *Teilhard de Chardin* und zu Unrecht auch die Vertreter des dialektischen Materialismus rechnet. Nach *Monod* projizieren die Animisten ihr menschliches Wesen in die ganze belebte und unbelebte Natur, deren einziges und von vornherein gegebenes Ziel die Hervorbringung des Menschen sei. Mit seiner Kampfansage gegen die, wie er sagt, „anthropozentrische Illusion“ wendet sich *J. Monod* zunächst zu Recht gegen die teleologische Entwicklungskonzeption von *Teilhard de Chardin*, für den alle Entwicklung ausgerichtet ist auf die Hervorbringung des Menschen und über die menschliche Gemeinschaft zum Punkte Omega⁴³.

Nach einer durchaus richtigen, der Bedeutung⁴⁴ des Teilhardismus für das katholische Denken jedoch nicht voll gerecht werdenden Kritik an den idealistischen Auffassungen von Pater *Teilhard de Chardin* behauptet *Monod* aber, daß dies die zentrale Idee des „Progressismus“ des 19. Jahrhunderts sei, die man auch bei *Spencer* und bei *Marx* und *Engels* finde. *Monod* wendet sich gegen die Dialektik der Natur, weil, wie er meint, durch sie der Mensch ungerechtfertigt stark in den Mittelpunkt gerückt wird. „Ursache dieser Fehler ist ganz gewiß die anthropozentrische Illusion. Die heliozentrische Theorie, der Trägheitsbegriff, der Objektivitätsgrundsatz – das alles konnte nicht ausreichen, um das alte Trugbild zu zerstreuen, weit davon entfernt, die Illusion verschwinden zu lassen, schien die Evolutionstheorie ihr neue Realität zu verleihen, in dem sie den Menschen nun nicht mehr zum Mittelpunkt, dafür aber zum seit jeher erwarteten natürlichen Erben des gesamten Universums mache. Endlich konnte Gott sterben, weil an seine Stelle diese neue grandiose Täuschung trat. Von nun an ist es die höchste Absicht der Wissenschaft, gestützt auf wenige Grundsätze, eine einheitliche Theorie zu formulieren, die die gesamte Wirklichkeit einschließlich der

42 Wenn hier im einzelnen auch nicht darauf eingegangen werden kann, so sei doch vermerkt, daß u.E. auch die Gleichsetzung von H. Drieschs Auffassungen mit denen von N. Bohr und W. Elsasser nicht gerechtfertigt ist. Wenn durch die Konzeption der verallgemeinerten Komplementarität das Problem des Mechanismus-Vitalismus-Streites auch nicht wirklich gelöst wird, so ist die Position selbst jedoch kein Vitalismus im Sinne Drieschs. Sie geht ja gerade von der Erkenntnis der Fehlerhaftigkeit des Vitalismus, aber auch des Mechanismus aus. W. Elsasser grenzt sich deutlich von Drieschs Annahme eines nichtphysikalischen Prinzips, das die Materie kontrolliert, solange sie lebend ist, ab. (Vgl.: W. M. Elsasser: Atom and Organism a new approach to theoretical biology. Princeton 1966.)

43 P. Teilhard de Chardin: Der Mensch im Kosmos. Berlin 1959.

44 Beiträge von O. Klohr und H. Trebs zur Deutung von Teilhard in: P. Teilhard de Chardin: Der Mensch im Kosmos.

„Biosphäre und des Menschen erklärt. Von dieser erhebenden Gewißheit nährt sich der wissenschaftliche Fortschrittglaube des 19. Jahrhunderts. Diese einheitliche Theorie glaubten die materialistischen Dialektiker tatsächlich schon formuliert zu haben.“⁴⁵

Monod hat recht, wenn er sich gegen die Auffassung wendet, daß alle Entwicklung von vornherein darauf gerichtet sei, den Menschen hervorzubringen. Er hat jedoch unrecht, wenn er eine solche präformistische oder teleologische Konzeption dem dialektischen Materialismus unterstellt. So schrieb Marx 1861 an *Lassalle*: „Sehr bedeutend ist Darwins Schrift . . . hier (ist) zuerst der ‚Teleologie‘ in der Naturwissenschaft nicht nur der Todesstoß gegeben, sondern der rationelle Sinn derselben empirisch auseinandergelegt.“⁴⁶ Auch *Engels* wußte, daß die objektive Zufälligkeit im Lebensgeschehen mit teleologischen Konzeptionen unvereinbar ist.

Man kann daher auch nicht aus den Bemerkungen: „In Wahrheit aber ist es die Natur der Materie, zur Entwicklung denkender Wesen fortzuschreiten, und dies geschieht daher auch notwendig immer, wo die Bedingungen (nicht notwendig überall und immer dieselben) dazu vorhanden“⁴⁷, wie auch nicht aus der von *Monod* angeführten ähnlichen Textstellen⁴⁸ eine anthropozentrische teleologische Position, den Gedanken einer schematischen Wiederholung, der Hervorbringung des Menschen als einzigen Zweckes, als „Bestimmung“, als höchsten Zielen der Entwicklung der Materie herauslesen.

J. Monod wendet sich gegen die Dialektik der Natur, weil durch sie, wie er meint, menschliche Vorstellungen in die Natur projiziert würden.

Nach der Auffassung des dialektischen Materialismus ist jedoch, wie wir einleitend schon ausgeführt haben, die Dialektik des Denkens die Widerspiegelung der in der Wirklichkeit objektiv existierenden dialektischen Verhältnisse und Beziehungen. Es gehört zu den größten erkenntnistheoretischen Leistungen des dialektischen Materialismus, auf die Fähigkeit des menschlichen Gehirns zur subjektiven Widerspiegelung der objektiven Realität nachdrücklich hingewiesen und deutlich gemacht zu haben, daß diese Fähigkeit zur Informationsaufnahme und -verarbeitung selbst sich aus niederen Formen entwickelt hat und damit zumindest teilweise den Gesetzen der biologischen Anpassung unterworfen war. Damit wurde verständlich, daß ein materielles Substrat, das sich durch verschiedene Stufen der Auseinandersetzung von Lebewesen mit der Umwelt zur höchsten Leistungsform des Gehirns entwickelt hat, komplizierte Entwicklungsprozesse und dialektische Wechselwirkungen der Materie aufzudecken in der Lage ist.

In diesem Zusammenhang möchten wir an die Hypothese *W. I. Lenins* erinnern, wonach Widerspiegelung möglicherweise eine allgemeine Eigenschaft der

45 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 54/55.

46 Marx an F. Lassalle, 16. Januar 1861. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 30. S. 578.

47 F. Engels: Dialektik der Natur. In: K. Marx/F. Engels: Werke. Bd. 20. S. 479.

48 Ebenda: S. 327.

Materie ist⁴⁹. Gerade die Ergebnisse der Molekularbiologie über Erkennungsleistungen von makromolekularen Systemen und Regulationsvorgängen im Zellstoffwechsel oder der Kybernetik bei Untersuchungen über Informationserzeugung und -verarbeitung weisen nachdrücklich auf die Berechtigung solcher Annahmen hin⁵⁰. Der entscheidende Beweis für die Tatsache der Widerspiegelung der objektiven Dialektik im menschlichen Denken liegt natürlich in der zunehmenden Beherrschung natürlicher und gesellschaftlicher Prozesse, in den Resultaten der Laboratorien und der Industrie.

Hinsichtlich des Vorwurfs einer animistischen Projektion muß also festgestellt werden, daß *Monod* den prinzipiellen Unterschied zwischen der materialistischen Dialektik von *Marx* und *Engels* und der idealistischen Dialektik *Hegels* nicht erfaßt hat. So sieht er auch nicht den Unterschied zwischen der dialektisch-materialistischen Entwicklungskonzeption und der teleologischen, mystifizierten Entwicklungskonzeption von *Teilhard de Chardin*, sondern behandelt beide gleich.

Für *Teilhard de Chardin* ist in der Tat das höchste Ziel der Evolution die Hervorbringung des Menschen und damit des Bewußtseins, wobei auch auf niederen Entwicklungsstufen, wenn auch nur in Keimform, schon Bewußtsein vorliegen soll⁵⁰.

Wenn vom dialektischen Materialismus als Hypothese formuliert wird, daß möglicherweise die Widerspiegelung eine allgemeine Eigenschaft der Materie sei, dann wird davon ausgegangen, daß sich diese Eigenschaft im Zuge ihrer Entwicklung, in dialektischer Einheit von Notwendigkeit und Zufall, schrittweise, über qualitative Sprünge zu immer höheren Formen der Widerspiegelung, bis zu ihrer höchsten Stufe, der ideellen Widerspiegelung, entwickelt hat. Auch hier liegt weder ein völlig prädeterminierter noch völlig indeterminierter Prozeß vor.

Die Evolution als Optimierungsprozeß ist gerade ein Ausdruck der gesetzmäßigen Entwicklung der Materie zu höherer Organisation bei Unbestimmtheit der Realisierung im Einzelprozeß. Sie bedeutet weder den Prädeterminismus noch den Indeterminismus. Wie eingangs schon festgestellt wurde, kennt *Monod* nur die absolute Notwendigkeit einerseits und den absoluten Zufall andererseits, aber nicht die Einheit von Notwendigkeit und Zufall in der objektiven Möglichkeit. Auf einer solchen Grundlage ist es ihm nicht möglich, den gesetzmäßigen Übergang von einer Bewegungsform der Materie in eine andere zu erfassen, denn wenn es gesetzmäßig, im Sinne von absolut notwendig wäre, dann müßte in der Tat alles schon auf die Entwicklung des Menschen hin angelegt gewesen sein. *Monod* hebt dagegen die absolute Einmaligkeit der Entstehung des Menschen als Art hervor, die einem absoluten Zufall zu danken sei.

49 W. I. Lenin: Materialismus und Empiriokritizismus. In: W. I. Lenin: Werke. Bd. 14. S. 37 f.

50 K. Fuchs-Kittowski: Information, ihre Speicherung und Verarbeitung in biomolekularen Systemen. In: Philosophische Probleme der modernen Genetik. Berlin 1972.

Aus der Annahme der absoluten Einmaligkeit der Entstehung des Menschen zieht *Monod* folgenden pessimistischen existentialistischen Schluß: „Der Mensch muß endlich aus seinem jahrtausendealten Traum erwachen und seine totale Einsamkeit, seine radikale Fremdheit entdecken. Er weiß jetzt, daß er wie ein Zigeuner am Rande des Universums umherzieht, in dem er leben muß. In einem Universum, das taub für seine Musik, indifferent gegenüber seinen Hoffnungen, seinen Leiden und seinen Verbrechen ist.“⁵¹

Für *Karl Marx* dagegen führt die Entwicklung des Menschen nicht zur Vereinzelung und Vereinsamung, sondern er sieht in der kommunistischen Gesellschaft die Form des Zusammenlebens der Menschen, wo die Freiheit des einzelnen die Bedingung der Freiheit aller ist. Der Begriff der Freiheit ist dabei aber gerade nicht mit dem Begriff des Indeterminismus gleichgesetzt, sondern beinhaltet im Gegenteil eine verstärkte Determinierung, eine Selbstdeterminierung, die aus dem gesellschaftlichen Wesen des Menschen, Mensch unter Menschen zu sein, hervorgeht, wobei, wie beim Übergang von einer Gesellschaftsformation zu einer anderen, deutlich wird, die innere Determiniertheit sich erst schrittweise ausbildet und zu ihrer vollen Entfaltung das gesellschaftliche Eigentum an den Produktionsmitteln zur Voraussetzung hat.

8. Wissenschaftliche Voraussicht und gesellschaftliche Entwicklung. Zur Einheit von Marxismus-Leninismus und Wissenschaft

In seiner Arbeit über *Marx* hob *Lenin* hervor, daß die Verdienste von *Marx* und *Engels* darin bestehen, daß sie die Arbeiterklasse zu Selbsterkenntnis und Selbstbewußtsein erzogen und an die Stelle von Träumereien die Wissenschaft gesetzt haben. *Lenin* schrieb: „Marx, der den philosophischen Materialismus vertiefte und entwickelte, führte ihn zu Ende und dehnte dessen Erkenntnis der Natur auf die Erkenntnis der menschlichen Gesellschaft aus. Der historische Materialismus von Marx war eine gewaltige Errungenschaft des wissenschaftlichen Denkens. Das Chaos und die Willkür, die bis dahin in den Anschauungen über Geschichte und Politik geherrscht hatten, wurden durch eine erstaunlich einheitliche und harmonische wissenschaftliche Theorie abgelöst, die zeigt, wie sich aus einer Form des gesellschaftlichen Lebens als Folge des Wachstens der Produktivkräfte eine andere, höhere Form entwickelt – aus dem Feudalismus zum Beispiel der Kapitalismus hervorgeht.“⁵²

Während sich die Theorie und die wissenschaftlichen Voraussagen des Marxismus-Leninismus über die gesellschaftliche Entwicklung unserer Epoche in einer mehr als 130jährigen Praxis des Klassenkampfes glänzend bestätigt haben, gelangt *Monod* aus der dargestellten Interpretation bestimmter Ergebnisse der

51 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 197 f.

52 W. I. Lenin: Drei Quellen und drei Bestandteile des Marxismus: In: W. I. Lenin: Werke. Bd. 19. Berlin 1962. S. 5.

Molekularbiologie, speziell durch Betrachtung des Lactose-Operons⁵³ des Darmbakteriums *Escherichia coli*, zur Ablehnung der marxistisch-leninistischen Gesellschaftstheorie. Er schreibt: „Die marxistischen Gesellschaften bekennen sich noch immer zur materialistischen und dialektischen Religion der Geschichte. Ihre moralische Verfassung ist anscheinend solidär als jene der liberalen Gesellschaften, aber auch verletzlicher – vielleicht gerade wegen der Strenge, die bisher ihre Stärke ausgemacht hat. Ungeachtet dessen lassen sich alle diese im Animismus verwurzelten Systeme nicht mit der objektiven Erkenntnis und der Wahrheit vereinbaren; sie stehen der Wissenschaft gleichgültig und schließlich sogar feindselig gegenüber; sie wollen sich die Wissenschaft zunutze machen, aber sie wollen sie nicht respektieren und ihr dienen.“⁵⁴

Nachdem wir im voraufgegangenen Abschnitt gezeigt haben, daß die naturphilosophischen Auffassungen Monods von Grund auf falsch sind, ist es eigentlich von vornherein klar, daß die auf ihnen fußenden gesellschaftsphilosophischen Auffassungen nicht richtig sein können. Um aber die Einheit von marxistisch-leninistischer Philosophie und Wissenschaft auch in diesem Zusammenhang deutlich herauszustellen, soll hier auf die Fragen der Determiniertheit gesellschaftlicher Prozesse und der „Ethik der Erkenntnis“ kurz eingegangen werden.

Während z.B. für Schopenhauer die Geschichte eine chaotische Ansammlung von Fakten ist, ist sie für Hegel ein einheitlicher geistiger Sinnzusammenhang. Monod unterstellt Marx und Engels die Vorstellung Hegels. Marx sieht aber in der Geschichte weder ein Chaos noch die Realisierung eines vorgegebenen Sinns. Die einander gesetzmäßig sich ablösenden Gesellschaftsformationen sind nicht im Sinne einer durchgehenden Teleologie zu verstehen, es gibt keinen „Sinn des Universums“. Alle wirklichen Ziele und Zwecke gehen zurück auf den Menschen, der durch seine Tätigkeit sich selbst und die Welt verändert und in der sozialistischen Gesellschaft die Gesetzmäßigkeiten seines gesellschaftlichen Lebens immer besser beherrschen lernt. Das Schicksal des Menschen ist in der Tat nicht unvermeidbar und nicht seit allen Zeiten beschlossen, es steht nirgendwo geschrieben. Gerade dadurch, daß Karl Marx nicht von der Annahme eines allgemeinen, dem Menschen vorgegebenen Sinns der Welt ausgeht, wird die Geschichte zu einer Folge immer neuer Möglichkeiten, zu verstehen nur von einer materialistischen Philosophie der Widersprüche, der revolutionären Veränderung, die bewußt auf den Vorsatz lückenloser Deduktion aus einem vorgegebenen Prinzip verzichtet.

Monod unterstellt dem Marxismus eine teleologische bzw. präformistische Entwicklungskonzeption; nach ihr vollziehe sich die Entwicklung auch der Gesellschaft in einer ununterbrochenen Kontinuität. Nicht das erste Mal versuchen Kritiker des Marxismus-Leninismus, die Gesetzmäßigkeit mit eindeutiger Vorausberechnung gleichzusetzen. Immer wieder unterstellen sie uns eine fatalistische Konzeption von der geschichtlichen Entwicklung als einem Prozeß, in dem sich

53 Abschnitt auf der DNS, der die Verwertung von Milchzucker durch den Organismus steuert.

54 J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. 209.

irgendein vorgegebener Plan verwirklicht. So schreibt Monod: „Von Plato bis Hegel und Marx bieten die großen philosophischen Systeme alle eine gesellschaftliche Ontogenese... Für Marx wie für Hegel läuft die Geschichte nach einem immanenten, notwendigen und positiven Plan ab“⁵⁵. Dem setzen Monod wie auch andere Vertreter solcher Auffassungen die These von der voluntaristisch verstandenen schöpferischen Rolle des Subjekts, die Leugnung jeglicher historischen Notwendigkeit entgegen.

In Wirklichkeit schmälern aber gesellschaftliche Gesetze als allgemein-notwendige Zusammenhänge⁵⁶ im Sinne des dialektischen Determinismus in keiner Weise die Aktivität des Subjekts, sondern ihre Beherrschung ist Grundbedingung für die Entfaltung der menschlichen Freiheit. Die Aktivität des Subjekts ist also nicht mit Willkür gleichzusetzen. Im Verlaufe der Geschichte werden die Verhältnisse, unter denen die Menschen tätig sind, immer mehr durch ihr Tun, durch ihr Wesen, Menschen unter Menschen zu sein, bestimmt. Die Menschen können aber die Verhältnisse nicht nach Belieben wählen. Es sind die Verhältnisse der jeweiligen Epoche, welche die Entwicklungsmöglichkeiten bestimmen. Die allgemeine historische Notwendigkeit anzuerkennen und damit die allgemeine Richtung der gesellschaftlichen Entwicklung, heißt nicht, die Vielfalt der Möglichkeiten zu negieren⁵⁷. Die Philosophie vor Marx verharrte aufgrund der Klassenschränken weitgehend in der Betrachtung, sie hatte daher auch kein oder nur ein abstraktes Verhältnis zur Zukunft. Die Philosophie der Arbeiterklasse dagegen stellt die Frage nach den objektiv realen Möglichkeiten zur Veränderung der Welt im Interesse der Menschen⁵⁸.

Monod versucht, einen „wirklichen Sozialismus“ auf der „Ethik der Erkenntnis“ zu begründen und greift den wissenschaftlichen Sozialismus von Marx und Engels weiterhin dadurch an, daß er ihm eine „totale Verwirrung von Wert- und Erkenntniskategorie“ vorwirft. Die in der Naturwissenschaft wichtige methodische Trennung von Tatsachen- und Werturteil kann überall dort und speziell im gesellschaftlichen Bereich nicht aufrechterhalten werden, wo der Mensch einen Wert, ein Ziel erreichen will. Auch M. Eigen „schaudert... vor dem Gedanken einer Dogmatisierung des Objektivitätspostulats, die über die Forderung nach ständiger geistiger Auseinandersetzung hinausgeht“⁵⁹ zurück. Das eigentliche Ziel der Wissenschaft, dem Wohle des Menschen zu dienen, könnte dabei verlorengehen, denn die Ziele naturwissenschaftlicher Forschung und die Garantie der sinnvollen Anwendung ihrer Ergebnisse ergeben sich nicht aus der Naturwissenschaft selbst.

55 Ebenda: S. 206.

56 Vgl. K. Fuchs-Kittowski: Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der molekularen Biologie.

57 G. J. Gleserman: Lenin und die Probleme der wissenschaftlichen Voraussicht. In: Sowjetwissenschaft. Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge. Heft 3/4/1970.

58 Siehe: K. Fuchs-Kittowski: Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der molekularen Biologie.

59 Siehe: Vorwort zu: J. Monod: Zufall und Notwendigkeit. S. XVI.

Es muß weiter ganz entschieden deutlich gemacht werden (hier folgen wir einem Hinweis von *Klaus Fuchs*), daß, wenn man, wie *Monod*, das „reine“ Wissen zum höchsten Wert erhebt, die Frage nach den Entscheidungskriterien der Wahrheit beantwortet werden muß. Damit tritt das „reine“, „objektive“ Wissen in eine enge Beziehung zum Ziel des Handelns und verliert so die Position des höchsten, alleinigen Wertes. Für den Marxismus-Leninismus ist das Entscheidungskriterium der Wahrheit nicht abstrakt, sondern es ist die umfassende theoretisch und empirisch gestützte Praxis. Diese Frage kann nicht von Philosophen beantwortet werden, die die Welt nur zu interpretieren versuchen, sondern nur von Philosophen, die gewillt sind, die Welt zu verändern. Der Marxismus-Leninismus ist nicht abseits von der Heerstraße der Wissenschaft und der menschlichen Kultur entstanden, er vereint höchste Wissenschaftlichkeit und Menschlichkeit. Da die Arbeiterklasse an keiner Mystifizierung und Erkenntnisschranke interessiert ist, vielmehr ihre Interessen mit dem historischen Entwicklungsprozeß des gesetzmäßigen Übergangs vom Kapitalismus zum Sozialismus übereinstimmen, fördern die sozialistischen Staaten die Entwicklung der Wissenschaften, nimmt der Marxismus-Leninismus alle weiterführenden Ergebnisse der Natur-, Struktur- und Gesellschaftswissenschaften in sich auf, um sie für den Fortschritt der gesellschaftlichen Entwicklung zu verallgemeinern und zu nutzen.

V. A. Engel'gardt (Moskau)

Integralismus – Der Weg vom Einfachen zum Komplizierten bei der Erkenntnis der Lebenserscheinungen

Der vorliegende Aufsatz wurde dem Sammelband: Dialektik in der modernen Naturwissenschaft, entnommen, der 1973 im Akademieverlag, Berlin/DDR erschien (S. 91–123)

Der 100. Geburtstag *Lenins* ist von der ganzen fortschrittlichen Menschheit gefeiert und *Lenins* fast unerschöpfliches Lebenswerk gewürdigt worden. Dabei haben auch die Arbeiten *Lenins* zu naturwissenschaftlichen Problemen große Aufmerksamkeit gefunden. Es handelt sich vornehmlich um Probleme, die die Physik Anfang des 20. Jahrhunderts bewegten. An der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert zeichneten sich Konturen völlig neuer, „nichtklassischer“ Vorstellungen ab, die sich in relativ kurzer Zeit formulieren ließen, so daß eine Überprüfung scheinbar völlig unbestrittener Thesen der klassischen Physik erforderlich wurde. Es entstand eine Situation, die einerseits Krisenelemente barg – die Eckpfeiler der physikalischen Anschauungen wankten, – andererseits revolutionäre Elemente enthielt, die den Anbruch einer neuen Epoche, vielleicht sogar einer neuen Ära, kennzeichneten. *Lenin* vermochte das Wechselverhältnis von Altem und Neuem in der wissenschaftlichen Erkenntnis richtig einzuschätzen, den Erkenntnisfortschritt der Menschen vorauszusehen, die Grundzüge des Erkenntnisprozesses und des menschlichen Denkens zu charakterisieren. Aber außer dem letztgenannten Aspekt handelte es sich um die Deutung von Gesetzen und um die Erkenntnis von Erscheinungen der uns umgebenden Natur, die auch heute Gegenstand der Physik ist. Die belebte Welt, von der wir selbst ein Teil sind, wurde von dieser für die physikalischen Weltbetrachtung charakteristischen Umbruchssituation kaum betroffen. Die biologische Forschung war um die Jahrhundertwende vorwiegend beschreibend, wofür hauptsächlich die systematische Registrierung der Kenntnisse und Fakten Grundlage war. Die Erforschung der belebten Welt stellt dem Forscher heute Aufgaben von völlig neuen Dimensionen. Das gilt vor allem für die Versuche, eine Antwort auf die Grundfrage zu geben, was Leben ist.

In *Lenins* Werken nimmt der Mensch mit seinem Denken einen großen, ihm völlig zu recht zukommenden Platz ein. *Lenin* betrachtet den Menschen als soziales Wesen und nicht als biologisches Objekt.

Zu Beginn unseres Jahrhunderts, als *Lenin* sich Problemen der Erkenntnis zuwandte, nahmen die Erkenntnisprinzipien der belebten Welt, ihre Spezifik, noch ein relativ enges, begrenztes Gebiet ein. Erkenntnistheoretisch gesehen waren die Darwinsche Evolutionslehre und das in den Werken *Pawlows* begründete materialistische Herangehen an die Erkenntnis der höheren Nerventätigkeit die Grunddevise der Biologie jener Zeit. Dem Vitalismus war bereits ein vernichtender Schlag versetzt worden. Er führte nur noch ein Schattendasein. Aber die

experimentellen Möglichkeiten für ein tieferes Eindringen in die Spezifität der belebten Naturobjekte waren äußerst begrenzt. In der biologischen Forschung überwog die Sammlung von Fakten gegenüber ihrer Interpretation. Erst allmählich wurde analytisches Material gesammelt, das die materiellen Grundlagen biologischer Funktionen hätte widerspiegeln können.

1. Grundprinzipien der gegenwärtigen biologischen Forschung – Einseitigkeiten von Reduktionismus und Organismus

Auf dem Gebiet der Biologie sind vor allem seit Beginn der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts große Veränderungen eingetreten. Der sprunghafte Prozeß einer enormen Anhäufung von experimentellem, hinlänglich begründetem Material wurde als Beginn einer neuen Ära in der Biologie bezeichnet. Es sei hier an die Worte des Physikers und Präsidenten der Englischen Royal Society P. M. S. Blackett erinnert, wonach die Molekularbiologie die Wissenschaft von der belebten Welt in einem solchen Maße revolutionierte, wie die Quantentheorie die Kernphysik vor 40 Jahren.

Die biologische Revolution, deren Augenzeugen und Teilnehmer wir alle sind, hob nicht nur die Erforschung von biologischen Grundproblemen auf eine qualitativ neue Stufe, sondern stellt infolge ihrer stürmischen Entwicklung den Wissenschaftlern im wachsenden Maße philosophische und erkenntnistheoretische Fragen.

Wir stehen vor einer riesigen Erweiterung von Faktenwissen, das die wichtigsten Seiten des Daseins der belebten Welt berührt. Eine natürliche Folge ist das sich heutzutage merklich verstärkende Bestreben, zu einer breiteren Verallgemeinerung der entscheidenden Konzeptionen zu kommen, die das grundlegende Herangehen an das Studium der Lebenserscheinungen betreffen und auf die Erarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnisprinzipien gerichtet sind. Sie sollen die Spezifität der belebten Objekte und der mannigfaltigen Äußerungen der Lebendigkeit entsprechend berücksichtigen. Als konkreter Ausdruck dieser Tendenz ist das wachsende Interesse an Problemen der theoretischen Biologie und insbesondere an ihren philosophischen Aspekten anzusehen. So besteht bereits seit einigen Jahren eine besondere Zeitschrift für theoretische Biologie („Journal of theoretical biology“).

Es sei auch an die von der Universität Tbilissi herausgegebenen Sammelbände zu Fragen der Biophysik und der theoretischen Biologie erinnert. Zweifellos herrschen in ihnen bislang noch Arbeiten vor, die der Aufstellung theoretischer Konzeptionen für ein bestimmtes biologisches Teilproblem gewidmet sind. Fragen von umfassendem wissenschaftlich-erkenntnistheoretischen Charakter werden hier noch zu wenig untersucht. Dieser Mangel wird wesentlich durch eine große Anzahl wissenschaftlicher Beratungen, Konferenzen und Symposien ausgeglichen, die gerade solche Fragen zum Gegenstand haben.

Als gute Illustration für das Gesagte können die Symposien dienen, die unter der Schirmherrschaft der International Union of biological Science durchgeführt, von dem Biologen Waddington geleitet und unter der Losung: „Auf den Wegen zur theoretischen Biologie“¹ abgehalten wurden. Eine Vorstellung von der Zielsetzung dieser wissenschaftlichen Zusammenkünfte geben einige Themen der dort diskutierten Fragen: „Grundlegende biologische Konzeptionen“, „Ursache und Wirkung in der Biologie“ – also das Problem des Determinismus, das eine der wichtigsten philosophischen Konzeptionen ist – weiter: „Versuch zur Erarbeitung des Schemas eines einfachen Organismus“, „Auf dem Weg zur physikalischen Theorie der Selbstorganisation“ u.a.

Es ist für unsere Zeit charakteristisch, daß sich auf diesen wissenschaftlichen Zusammenkünften nicht selten Vertreter von einander weit entfernten Disziplinen zuweilen in ein und derselben Diskussionsrunde zusammenfanden und sich Parteigänger scharf entgegengesetzter Ansichten und Standpunkte trafen. Ein Charakteristikum ist der vielfältige Teilnehmerkreis und die Mannigfaltigkeit der diskutierten prinzipiellen Zielstellungen. Man muß das hohe wissenschaftliche Niveau bei der Analyse der Probleme, ihre Aktualität und Zielrichtung auf wirkliche Grundprobleme der biologischen Weltauffassung hervorheben. Es zeigt sich also, daß die biologische Revolution, in deren Zeichen sich die experimentelle Forschung entwickelt, nicht nur durch einen lawinenhaften, sondern sogar explosionsartigen Prozeß der Häufung von Faktenmaterial sowie durch verblüffende Erkenntnisse auf unlängst scheinbar unzugänglichen oder fernliegenden Gebieten charakterisiert wird. Gleichzeitig ergibt sich ganz klar die Notwendigkeit, Integrationsprinzipien zu finden, die es erlauben würden, Grundlagen für fundamentale Vorstellungen und Konzeptionen zu legen. Für alle Wissenschaften ist es heute ein aktuelles Problem, die optimale Synthese zweier dominierender Tendenzen zu finden – der Differenzierung und Integration. Eben dieses Erfordernis wird auch innerhalb unseres Spezialgebietes, der Erkenntnis bzw. der Erforschung der belebten Welt, deutlich².

Sehr viele biologische Probleme warten auf ihre theoretische Deutung und philosophische Analyse. Es unterliegt keinem Zweifel, daß dazu die Frage nach der Rechtmäßigkeit einer Zurückführung solcher komplizierter Erscheinungen, mit denen wir es in der Biologie zu tun haben, in elementare Ebenen von Physik und Chemie gehört. Das ist eines der grundlegenden erkenntnistheoretischen Probleme und im vorliegenden Fall vergrößern sich die Schwierigkeiten dadurch, daß der „Zurückführung“ die komplizierteste, feinste, höchstentwickelte Struktur, die auf unserem Planeten bekannt ist – die Lebenserscheinungen zugrunde liegen. Und wir wollen sie auf das fast Einfachste von all dem, was wir wissen,

1 C. H. Waddington: Towards a theoretical biology, I. Prolegomena, II. Sketches, Aldine Publ., Co. 1968/69, Russ. Ausgabe: Na puti k teoretičeskoi biologii, I. Prolegomeny, Moskau 1970.

2 V. J. Kremjanskij: Strukturnye urovni živoj materii. Teoretičeskie i metodologičeskie problemy, Moskau 1969, Problema celostnosti v sovremennoj biologii, Moskau 1968, u.a.

zurückführen, auf das Verhalten und die Eigenschaften der Moleküle. Hierzu gab es vor gar nicht langer Zeit scharfe und erbitterte Auseinandersetzungen.

In wissenschaftlichen Kreisen wurde das Vorgehen der „Reduktion“, d.h. die Methode, Eigenschaften von etwas Komplizierterem durch die Erforschung seiner einfachsten Teile zu erklären, seinerzeit beinahe zur schlimmsten Ketzerei erklärt. Für die wenig kompetenten „Autoritäten“, die sich selbst für unfehlbar hielten, diente als Lieblingsargument das Dogma, das die Fruchtlosigkeit, um nicht zu sagen das Verbrechen, betonte, etwa die Vererbungerscheinungen auf die Wirkung von Genen zurückzuführen. Die Verwerflichkeit der Versuche einer Rückführung des Komplizierten auf das Einfache war so unerschütterlich behauptet worden, daß diese Linie in alle Forschungsgebiete der belebten Objekte eindrang.

In der Gegenwart muß das Problem der „Rückführung“ eigentlich nur vom Kopf auf die Füße gestellt werden. Den Streit um die Kompetenz der Reduktion als eines grundlegenden Weges zur Erforschung komplizierter Erscheinungen – vor allem im Bereich der belebten Welt – wird die Entwicklung der wissenschaftlichen Forschung völlig gegenstandslos werden lassen. Keinem normaldenkenden Menschen kommt es heute in den Sinn zu bestreiten, daß die Molekularbiologie die Erkenntnisgrundlage der belebten Welt bildet. Das ist ebenso klar wie die Tatsache, daß die Elementarteilchenphysik das Fundament zur Erkenntnis der Naturgesetze in einem breiteren, umfassenden Sinne legt.

Unter den Biologen vollzieht sich jetzt lediglich eine Diskussion über das richtige Wechselverhältnis zweier Strömungen des wissenschaftlichen Denkens bei der Erforschung der belebten Welt. Diese Strömungen erhielten die Bezeichnung „Reduktionismus“ und „Organismus“. Diese Termini sind an sich genügend klar und erfordern keine ausführliche Erläuterung, so daß einige kurze Bemerkungen ausreichen. Der Reduktionismus geht als Forschungsprinzip davon aus, daß sich der Erkenntnisweg zum Komplizierten über die Aufgliederung dieses Komplizierten in immer einfachere Bestandteile und im Studium ihrer Natur und Eigenschaften vollzieht. Es ist anzunehmen, daß wir, wenn sich das Komplizierte auf die Gesamtheit oder die Summe seiner Teile zurückführen läßt, indem wir letzteres untersuchen, auch die Kenntnis von den Eigenschaften des ursprünglichen Ganzen erhalten.

Der Organismus postuliert dagegen die Unmöglichkeit einer Reduktion des Komplizierten auf das Einfache. Seine Forschungsebene ist lediglich eine bestimmte Stufe der Ganzheit, d.h. jene Organisationsstufe, die dem Charakter der untersuchten Funktionen und Eigenschaften adäquat ist.

Die Positionen des Organismus gründen sich auf ein Postulat, dessen Formulierung schon *Platon* zugesprochen wird. Danach ist das Ganze mehr als die einfache Summe seiner Teile. In ähnlicher Form drückte das *L. Bertalanffy*, einer der bedeutendsten modernen Biologen, unter ausdrücklichen theoretischen Gesichtspunkten auf einem der obenerwähnten Symposien aus. Er meinte: Wenn wir alles darüber wissen, was „eins“ ist, wenn wir wissen, daß eins und eins zwei ist, wissen wir noch nicht alles darüber, was zwei ist, weil dort noch irgend-

ein „Und“ hinzugefügt wird, und wir müssen wissen, was dieses Element „Und“ mit sich bringt.

Das mag lächerlich klingen. Man hat aber Grund anzunehmen, daß das Aufsuchen eben dieses „und“ den Gegenstand bedeutender Anstrengungen in bezug auf die Weiterentwicklung der zukünftigen Forschung ausmachen wird, die von jenen niedrigsten molekularen Ebenen ausgeht, auf denen vor unseren Augen immer mehr uns überraschende Erfolge erzielt werden.

Der Reduktionismus bedarf heute nicht mehr einer Verteidigung oder einer Argumentation zum Beweis seiner Berechtigung. Entsprechende Beweise sind durch die Gesamtheit der modernen biologischen Forschung erbracht worden, die eigentlich nichts anderes ist, als der Triumphzug des reduktionistischen Prinzips. Ein direktes Produkt des Reduktionismus ist die Molekularbiologie, die an allen epochalen Erfolgen und Errungenschaften Anteil hat, die das Wesen in der heutigen biologischen Revolution ausmachen. Allerdings muß in der Gegenwart das Problem der „Reduktion“ in die entgegengesetzte Richtung gedreht werden. Es muß die Frage vorherrschen, wie das Komplizierte aus dem Einfachen entsteht, welche Kräfte dabei in Aktion treten, welcher Art die Gesetzmäßigkeiten dieses Prozesses sind und wie neue Qualitäten im Ergebnis der zunehmenden Komplexität mit dem Übergang zu neuen, höheren Organisationsstufen entstehen. Viele dieser Fragen werden in verschiedenen Büchern berührt, die in den letzten Jahren in der Sowjetunion erschienen sind³.

Natürlich ist es eine falsche Auffassung, daß der Reduktionismus als methodologische Grundlage der biologischen Forschung das Monopol zur Untersuchung der belebten Welt beanspruchen kann. Dem Organismus bleibt eine hinlänglich breite Forschungssphäre. Heute kann es nicht mehr um die Gegenüberstellung beider methodologischer Standpunkte gehen, sondern um die Suche nach Wegen zu ihrer Synthese oder wenigstens zur Ergänzung dieser oder jener Formen der Komplementarität dieser Wechselbeziehung der Teile komplizierter Ganzheiten. *Niels Bohr* hat das Komplementaritätsprinzip besonders nachdrücklich als eines der Grundprinzipien in unserem modernen Bild vom Weltall, als durchdringendes Prinzip mit universellem Charakter, herausgestellt.

Ein Zeugnis dafür, daß die Vertreter des Organismus selbst die Notwendigkeit sehen, richtige Formen der Wechselbeziehung zwischen beiden Standpunkten zur Erforschung der Lebenserscheinungen zu finden und entsprechende Wege suchen, ist das Symposium in Alpbach (1968). Sein Organisator war *Arthur Koestler*, Autor einer Reihe von Büchern zu Problemen der modernen Naturwissenschaft. Die Arbeiten des Symposiums erschienen unter der vielsagenden Überschrift: „Beyond reductionism“. Man muß annehmen, daß die Organisatoren mit dieser Überschrift betonen wollten, daß sie weit von dem Gedanken entfernt sind, den Reduktionismus abzulehnen und Wege finden wollen, damit es irgendwie weitergeht.

³ A. Koestler, J. R. Smythies: Beyond reductionism. The Alpbach Symposium, London 1969, dtsh. Ausgabe: Das neue Menschenbild . . ., Wien–München–Zürich 1970.

Ein umfangreicher Zeitschriftenartikel, der die Arbeitsergebnisse dieses Symposiums referierte, erschien unter der Überschrift „Reduktionismus und Organismus“⁴. Der Verfasser muß hier, obwohl er sichtlich zum Organismus neigt, die sichtbare Überlegenheit des Reduktionismus und die glänzenden Erfolge anerkennen, die von ihm erzielt wurden. Der Autor bleibt nicht dabei stehen, den „Reduktionismus als Nihilismus der Gegenwart“ zu bezeichnen (wohl, weil diese überaus paradoxe Behauptung durch nichts zu begründen ist), und gelangt zu dem bezeichnenden Schluß, daß die ganze Hoffnung auf erfolgreiche Entschleierung der Geheimnisse der belebten Natur, die sich auf den höheren Organisationsstufen äußern, auf die Attacke „von unten her“ gesetzt werden muß, d.h. eben von jenen niederen Stufen, auf denen die sogenannte „reduktionistische“ Molekularbiologie operiert.

Wir wollen bei der Gegenüberstellung von Reduktionismus und Organismus nicht länger verweilen. Es scheint uns aber noch angebracht, hier eine sehr tiefe und scharfsinnige Äußerung des größten Vertreters des Organismus in unserem Jahrhundert, Iwan Petrovič Pawlow, zu zitieren. In einer Rede, die dem Andenken des großen Physiologen vom Ende des vergangenen Jahrhunderts, Heidenhain, gewidmet ist, charakterisiert ihn Pawlow als „... Vertreter jener Physiologie, welche unsere heutige Organphysiologie ablösen muß und die man als Vorbotin der letzten Stufe in der Wissenschaft vom Leben ansehen kann, der Physiologie des lebenden Moleküls.“⁵

Die herrschende Stellung des Reduktionismus unter den anderen Forschungsprinzipien der belebten Welt hat sich ständig gefestigt. Diese dominierende Stellung ist unbestreitbar durch die hervorragenden Erfolge erreicht worden, die früher andere Gebiete der Naturwissenschaft zumeist nicht hatten. Wollte man kurz das Wesen der Molekularbiologie angeben, dann könnte man sagen: ihre Aufgabe ist die Erforschung der Lebenserscheinungen, wobei sie mit unbelebten, das heißt leblosen Objekten operiert.

Die durch den Reduktionismus erzielten Erfolge der Molekularbiologie sind so zahlreich und gleichzeitig genügend bekannt, um sie hier nicht aufzählen zu müssen. Aber um diese Behauptung zu konkretisieren, seien zwei Beispiele aus jüngster Zeit angeführt. Sie überzeugen sozusagen durch ihre augenscheinliche Plastizität.

Die Träger der Erbeigenschaften sind bekanntlich die Gene. An ihrer Realität ist nicht zu zweifeln, und dennoch mußten die Forscher ihre Existenz indirekt, über die Wirkungseffekte, schlüßfolgern. Natürlich besteht das Bestreben, sie mit eigenen Augen zu sehen. Das ist nun vor kurzem in doppelter Hinsicht realisiert worden: Einerseits in statischer Form (d.h. es gelang die Demonstration des Gens als ruhendes Objekt), andererseits im dynamischen Zustand, im Prozeß seiner spezifisch biologischen Funktion.

4 W. Thorp: Reductionism and organism, in: „New Scientist“ Vol. 43, 1969, S. 635 ff.

5 I. P. Pavlov: Sämtliche Werke, Bd. VI, Berlin 1954, S. 81.

Mit bemerkenswert feinen, scharfsinnigen und komplizierten Methoden gelang einer Forschungsgruppe, aus dem Vererbungsapparat (dem Genom) eines Darmbazillus eine Gruppe von drei funktionell zusammenhängenden Genen zu isolieren, die die Umwandlung von Milchzucker in der Zelle dieser Mikroben bewirken⁶. Es ist ein Abschnitt der DNS, der die genannten Gene enthält. Auf einer Elektronenmikroskop-Fotografie wurde er sichtbar, und zwar in der Art einer klar umrissenen linearen Struktur, die in ihrer Größe den theoretischen Erwartungen entsprach und scharf von dem übrigen Teil des großen DNS-Moleküls, dargestellt in Form eines wirren Knäuels, abgegrenzt war.

In einer anderen Arbeit wurde das erste Funktionsstadium eines Gens demonstriert⁷. Dieses Stadium ist der Prozeß der Transkription, wenn im DNS-Molekül, dem Träger der genetischen Information, die Synthese einer anderen Nukleinsäure, der sogenannten Messenger-RNS, vorschreitet. Das geschieht durch die Wirkung eines speziellen Enzyms der RNS-Polymerase. Durch Elektronenmikroskopie konnte man auch in diesem Falle die Erscheinung sichtbar machen, während man früher lediglich nach den Ergebnissen der chemischen Analyse urteilen konnte. Auf den gewonnenen Fotos wurden die Fäden der synthetisierten DNS von zunehmender Länge sichtbar. Im Abschnitt des fadenförmigen DNS-Moleküls, dem ein Gen entspricht, wirken bis zu 100 Moleküle der RNS-Polymerase alternierend und sichern dadurch das ständige Wachstum der RNS-Moleküle. Das gleicht einem zu einem bestimmten Zeitpunkt fixierten Bild der Biosynthese von Nukleinsäure, dem Bild eines „arbeitenden Gens“.

Das sind überzeugende Beispiele dafür, zu welchen Grenzen die Molekularbiologie durch den Reduktionismus vorgedrungen ist. Es sind Enthüllungen der elementaren Kettenglieder, die es ermöglichen, aus den komplizierten Zusammenhängen solche grundlegenden Lebenserscheinungen wie den Effekt der Gene herauszustellen, d.h. analog zu reproduzieren.

Wenn wir von Grenzen sprechen, so sind hier die Forschungsbereiche zu erwähnen, die ihrem Wesen nach auf der Grenze zwischen dem Reduktionismus und jener neuen Richtung stehen, deren Betrachtung und Begründung unser Artikel gewidmet ist. Im Zentrum stehen hier Prozesse der Integration, der Einordnung primärer Elemente, mit denen der Reduktionismus operiert, in eine Gesamtheit höherer Komplexität. Konkret wird die Erkenntnis zweier der wichtigsten Klassen von Polymeren – der Eiweiße und Nukleinsäuren – ins Auge gefaßt, die durch Synthese mit Mitteln der organischen Chemie erfolgt. Die prinzipielle Grundlage wurde in beiden Fällen reduktionistisch, durch analytische Feststellung der chemischen Struktur der entsprechenden Moleküle, gelegt. Die Entdeckung der Primärstruktur solcher Eiweiße, wie des Hormons Insulin oder des Enzyms Ribonuklease, schuf die Voraussetzung für ihre chemi-

6 J. Shapiro, L. Machattie, E. Evon, G. Ihler, K. Ippens, J. Beckwith: Isolation of Pura lac Operon DNA, in: „Nature“ 224, 1969, S. 768–775.

7 O. L. Miller jr., B. R. Beatty: Portrait of a Gene, in: Journal Cell. Physiol., Vol. 74, Sup. 1, Philadelphia Pa. 1969, p. 225–232.

sche Synthese, die auch in einigen Laboratorien verwirklicht wurde. Als ein Ereignis von hervorragender Bedeutung ist die völlige Synthese eines Gens anzusehen, die in letzter Zeit von H. G. Khorana und seinen Mitarbeitern durchgeführt wurde⁸. Formal kann man diese Errungenschaft als Anfangsschritt des Integratismus ansehen, weil eine Integrierung der niederen molekularen Monomere – Aminosäuren und Nukleotide – zu einer neuen Ganzheit, einem Makromolekül eines Biopolymers stattfindet. Jedoch in beiden Fällen erfolgte die Integrierung auf ganz anderem Wege als in biologischen Systemen. Deshalb werden hier keine bestimmte Gesetzmäßigkeiten der biologischen Integrierung aufgedeckt. Diese Arbeiten werden trotz all ihrer Bedeutung bei unserer Betrachtung keine Rolle spielen.

Es wäre falsch, anzunehmen, die heutigen Errungenschaften des Reduktionismus seien als Selbstzweck, beziehungsweise als Endstadium zu betrachten, die keiner weiteren Forschung bedürfen. Ohne Zweifel wird sich der Anwendungsbereich der reduktionistischen Prinzipien ständig erweitern. Praktisch müssen wir seine Aufgaben in ähnlichem Maße für unerschöpflich ansehen, wie seinerzeit Lenin prophetisch die Erforschung des Atoms oder des Elektrons für unerschöpflich erklärte. Wie noch gezeigt wird, kann man vom Übergang von der jetzigen, molekularen Stufe zu einer noch niedrigeren sprechen, die im Bereich der Atome und danach auch der Elektronenstrukturen liegt. Das ist sozusagen die Fortsetzung des Reduktionismus in weitere, niedrigere Bereiche.

2. Integrativismus – Überwindung des Reduktionismus

Eine völlig andere methodologische Bedeutung muß man einer solchen Orientierung der wissenschaftlichen Forschung zubilligen, die von den primitivsten, elementaren, im Grunde molekularen Stufen, auf denen sich der moderne Reduktionismus bewegt, in umgekehrter Richtung, zu Stufen immer wachsender Kompliziertheit der Organisation, zu Systemen, die neue Eigenschaften und Funktionen erwerben, führt. Die Aufgabe dieser Richtung ist in der Überwindung der Einseitigkeit des Reduktionismus zu sehen.

Das Wesen dieser Richtung besteht in der Erkenntnis, auf welche Weise die Einbeziehung, die Integration der primitiveren Elemente in neue Ganzheiten, die auf höherer Stufe der Organisationshierarchie mit anderen Regulierungsstufen stehen, verläuft. Der Grundzug bei diesem Übergang vom Einfachen zum Komplizierten ist gerade sein integrativer Charakter, die Entstehung bestimmter Verbindungssysteme, der Verlust einiger Teile ihrer individuellen Eigenschaften durch Komponenten der sich bildenden Ganzheit und ihr Aufgehen in Eigen-

8 K. L. Agarwal, H. Büchi, M. H. Caruthers, N. Gupta, H. G. Khorana, H. Kleppe, A. Kumar, E. Otsuka, U. L. Rajbhandary, J. H. Van de Sande, V. Sgaramella, H. Weber, T. Yamada: Total Synthesis of the Gene for an Alanine Transfer Ribonucleic Acid from Yeast, in: „Nature“ 227, 1970, S. 27–34.

schaften des integrierten Ganzen. Dementsprechend kann für die genannte wissenschaftliche Erkenntnisrichtung die Bezeichnung *Integrativismus* vorgeschlagen werden.

Bevor wir zur Untersuchung der Grundzüge dieses Weges übergehen, wollen wir einige Überlegungen dazu anstellen, ob die jetzige vorherrschende Stufe der biologischen Forschungen, d. h. die molekulare Ebene, als endgültige Grenze des Reduktionismus anzusehen ist. Sicherlich wird diese Grenze noch lange Zeit existieren und die molekulare Ebene wird die Hauptarena bei unserer Erkenntnis der Lebenserscheinungen bleiben.

Aber zweifellos werden auch die Tendenzen wachsende Bedeutung gewinnen, die bei der wissenschaftlichen Suche nach niedrigeren Stufen vor allem die Elektronenerscheinungen berücksichtigen. Derartige Tendenzen zeichnen sich bereits deutlich ab. So z.B. bei Publikationen, wo selbst die Titel vom Bestreben der Autoren zeugen, die Lebenserscheinungen nicht in Begriffen der Eigenschaften und Wechselbeziehungen von Molekülen zu deuten, sondern zu noch niederen Organisationsformen überzugehen. So verfaßte z. B. A. Szent-Györgyi eine „Einführung in die submolekulare Biologie“ und das Buch „Bioenergetik“⁹. Nun kennt man die Neigung dieses und anderer Autoren zu leichtfertigen, effektvollen und marktschreierischen Hypothesen und kategorischen Behauptungen. Daher lassen sich diese Publikationen kaum als gewichtiges Argument für die Bedeutsamkeit einer neuen Forschungsrichtung ansehen. Aber auch bei Autoren von größerer Autorität finden sich Behauptungen, die den erwähnten Standpunkt bekämpfen. So gibt John D. Bernal in seinem letzten Buch folgende Bestimmung des Lebens: „Das Leben ist die teilweise, kontinuierliche, fortschreitende, mannigfaltige und mit der Umwelt in Wechselwirkung stehende Selbstdrealisierung potentieller Elektronenzustände der Atome.“¹⁰

Im Grunde genommen liegt bei einer solchen Definition des Lebens die Schlußfolgerung nahe, daß man auch bei der Suche nach der Erkenntnis seiner Erscheinungen und Wesenszüge im gewissen Grade die Notwendigkeit eines weiteren Übergangs, eben auf die atomare und Elektronenstufe sehen muß. In einzelnen Teilspekten wird auch diese Stufe bereits in der Gegenwart erreicht.

Man kann die Elektronenmikroskopie unberücksichtigt lassen, wo die Elektronenbündel als Instrument und nicht als Forschungsgegenstand genutzt werden. Ein anderes nützliches Mittel des modernen Experiments, die Röntgenstrukturanalyse, nähert uns bereits unmittelbar an die Stufe der Elektronenstrukturen von Biopolymeren an, insofern es der Forscher hier mit Angaben der Elektronenverteilung zu tun hat, die die Lage der einzelnen Atome in den Molekülen lebenswichtiger Stoffe, vor allem der Eiweiße und Nukleinsäuren, charakterisieren. Hier dringen wir streng genommen bereits zwei Stufen tiefer als in die molekulare Ebene ein, aber wir benutzen die gewonnenen Angaben, um die

9 A. Szent-Györgyi: Introduction to a submolecular biology, New York 1960, A. Szent-Györgyi: Bioenergetics, New York 1957.

10 J. D. Bernal: The Origin of Life, London 1967, p. XV.

dreidimensionale Struktur eines Makromoleküls zu zeigen, d. h. wir kehren von neuem zur molekularen Ebene zurück. Faktisch wird hier in gewissem Sinne eine Brücke zwischen zwei Ebenen von großer Wichtigkeit geschlagen. Die gewonnenen Kenntnisse bilden eine wesentliche Grundlage für die Beantwortung der Frage nach der Rolle der Elektronenzustände der Moleküle für ihre biologischen Eigenschaften und Funktionen.

Natürlich werden Forschungen auf der Elektronenebene einen wesentlichen Platz bei der Untersuchung jener Elektronenmechanismen einnehmen, die an allen Erscheinungen der Energetik biologischer Systeme teilnehmen. Aber das gehört zu einem Bereich, den wir hier nicht berühren.

Wenn man Voraussagen oder Prophezeiungen macht – übrigens werden sie jetzt mit dem ehrenvollen Namen „Prognosen“ bezeichnet – könnte man meinen, daß die Elektronenebene der Forschung auch für jenes Gebiet wichtige Bedeutung erlangt, das den Hauptgegenstand unserer unmittelbaren Betrachtung bildet, für die Erkenntnis der Bewegungskräfte, die die Erscheinungen und Prinzipien des oben erwähnten Integratismus bedingen. Wir kommen jetzt zur Betrachtung dieser Aspekte.

Wie wird der Begriff „Integratismus“ bestimmt? Will man diese Frage beantworten, so muß man weit ausholen, auf einen Zentralpunkt – die Wechselbeziehung von Teil und Ganzem, Kompliziertem und Einfachem – eingehen. Das ist eines der bedeutenden philosophisch-erkenntnistheoretischen Probleme, das die Theoretiker seit dem Altertum beschäftigte.

Wir würden in ein undurchdringliches semantisches Dickicht gelangen, wenn wir auf den Gedanken kämen, den Inhalt solcher Begriffe wie: Ordnung, System, Organisation, Ganzheit, Struktur, Element und Information als exakt definiert anzusehen. Selbst Spezialisten auf philosophischem Gebiet geben zu, daß diese Begriffe an „Vieldeutigkeit des Gebrauchs“ kranken, und daß es in der wissenschaftlichen Praxis der Gegenwart sehr schwierig ist, eine eindeutige und hinreichend erschöpfende Definition von ihnen zu geben¹¹. Weil diese Begriffe nicht in ihrer semantischen Vollständigkeit gebraucht werden, werden sie im vereinfachten, sozusagen alltäglichen Sinn benutzt, wobei die grundlegenden Vorstellungen und Schlußfolgerungen, von denen die Rede sein wird, durchaus keine vertiefte Inhaltsbestimmung dieser Begriffe verlangen.

Die Wechselverhältnisse von Teil und Ganzem werden vor allem durch die Existenz bestimmter, fest fixierter, vielseitiger Einwirkungen zwischen den Teilen im Ganzen, Einwirkungen die den Charakter von *Zusammenhängen* haben, gekennzeichnet. Es ist völlig klar, daß ohne Zusammenhänge zwischen den Teilen keinerlei Ganzheit bestehen könnte. Sie müßte zwangsläufig zerfallen.

Wenn die Ganzheit Verbindungen zwischen den Teilen voraussetzt, kann ein weiterer Schluß gezogen werden: der *Unterschied* zwischen dem Ganzen und der Summe der Teile besteht im *Vorhandensein* eines Systems von *Zusammenhängen*.

11 Vgl.: I. V. Blauberger, V. N. Sadovskij, E. G. Judin: Sistemnyi podchod: predposyalki problemy, trudnosti, Moskau 1969, A. I. Uemov, V. N. Sadovskij: Problemy formal'nogo analiza sistem, Moskau 1968.

zwischen letzteren. Gerade die Zusammenhänge bilden jenes neue, verborgene Zusammengesetzte, das das Ganze von der Summe seiner Teile unterscheidet. Diese Zusammenhänge sind auch jenes „Und“ in der oben angeführten scherhaft formulierten *Bertalanffys*. Was sich im Ganzen befinden könnte, wenn es keine Zusammenhänge mit den übrigen Teilen bildet, wäre nicht Teil des Ganzen, sondern ein Fremdkörper.

Die Entstehung eines Systems von Zusammenhängen bei der Bildung eines Ganzen aus seinen freien, vereinzelten Teilen muß als grundlegende, primäre Bedingung der Integration, d. h. für die Entstehung einer neuen Ganzheit betrachtet werden. Diese Bedingung ist *notwendig*. Ob sie *hinreichend* ist, der entstandenen Gesamtheit Eigenschaften der Ganzheit zu verleihen, ist eine ganz andere Frage. Sie wird in unseren Erörterungen keine Rolle spielen.

Die Beachtung der soeben formulierten Grundbedingung setzt voraus, daß bei den Teilen, aus denen das Ganze gebildet werden soll, eine bestimmte Anzahl an Eigenschaften vorhanden sein muß, die die Möglichkeit der Entstehung von Zusammenhängen garantiert. Diese Eigenschaften könnte man desmogenisch nennen (vom Griechischen „δεσμός“ = Bindemittel, Band).

Die Bildung eines Netzes gegenseitiger Zusammenhänge zwischen den Teilen, die zu der entstehenden Ganzheit gehören, ist die notwendige *Bedingung* für die Entstehung dieser Ganzheit. Aber welcher Art sind die *Auswirkungen* der Bildung dieser Zusammenhänge, die die Elemente in die Einheit zusammenschließen? Diese Folgerungen berühren sowohl den Teil als auch das Ganze, weil die Bildung neuer Zusammenhänge bestimmte Veränderungen der Eigenschaften nach sich zieht. Der Teil, der zur neuen komplexen Einheit gehört, verliert gewisse Eigenschaften und opfert sie um der erworbenen Vorteile willen, z. B. der Verringerung freier Energie des Systems. Die Eigenschaften des Teils werden in verschiedenem Umfang aufgenommen, von den Eigenschaften des Ganzen „aufgesogen“ und zu Eigenschaften dieses Ganzen umgebildet. Andererseits ist die Entstehung der neuen Ganzheit mit dem Erscheinen neuer Eigenschaften verbunden, die keineswegs mit denen identisch sind, die der Bestandteil „verlor“, sondern gerade von jenen Zusammenhängen bestimmt werden, die beim Eingehen des Teils in das sich bildende Ganze entstanden.

So haben wir drei Komponenten, durch deren Gesamtheit die Wechselbeziehungen von Teil und Ganzem charakterisiert werden: 1. Die Entstehung eines wechselseitig wirkenden Systems von Zusammenhängen zwischen Teilen des Ganzen; 2. Verlust einiger Eigenschaften des Teils bei der Aufnahme in das Ganze; 3. Auftreten neuer Eigenschaften bei der entsprechenden neuen Ganzheit, die sowohl durch die Eigenschaften der Bestandteile als auch durch die Entstehung neuer Relationen zwischen den Teilzusammenhängen bedingt werden. Dazu muß man noch eine vierte Komponente hinzufügen: die *Anordnung* der Teile, die Determiniertheit ihrer räumlichen und funktionellen Wechselbeziehung.

Um das Gesagte an einem einfachen Beispiel zu verdeutlichen, nehmen wir die Bildung von Glykogen aus Glykose. Wenn Glykose in Glykogen eingeht, verliert

sie ihre aufbauenden Eigenschaften und ihre Beweglichkeit, die Fähigkeit zur Diffusion. Die entstandene Ganzheit der höheren Stufe, das Glykogen, besitzt ein hohes Molekulargewicht, es diffundiert nicht und erlangt Eigenschaften, die seine Rolle als Kohlehydratspeicher gewährleisten.

Das Ergebnis des erwähnten Prozesses, in dem sich das Ganze aus den Teilen bildet, besteht darin, daß das früher Eigenständige zur Komponente des integralen Ganzen, innerlich Zusammengeschlossenen wird. Dieses Resultat bezeichnen wir auch mit dem Terminus *Integration*. Etwas früher Gewesenes hört als solches auf zu existieren, und es entsteht etwas Neues, früher nicht Existierendes, mit spezifischen Qualitäten.

Die Erkenntnis des Wesens der Integrationserscheinungen, ihrer Gesetzmäßigkeiten, ihrer Bewegungskräfte und ihrer Quellen ist der Hauptweg zum Eindringen in das Wesen der biologischen Organisation auf allen Ebenen: von der niedrigsten, molekularen bis zur ganzen Hierarchie zunehmender Kompliziertheit. Es ist kaum zu bezweifeln, daß die Bewegung auf einem solchen Weg vom Einfachen zum Komplizierten verlaufen muß. Das ist eben der Weg, der oben als *Integratismus* bezeichnet wurde. Aufgabe dieser Forschungsrichtung ist der Übergang vom Reduktionismus — dem die Aufgliederung des Komplizierten und der Erforschung der ursprünglichen Komponenten zugrunde liegt — zur Erkenntnis der Gesetzmäßigkeiten der biologischen Organisation. Das wurde etwas paradox, aber treffend von A. A. Bajev ausgedrückt. Er meinte, der Integratismus sei nichts anderes, als die Vorwärtsbewegung (gegenüber dem Reduktionismus), obwohl er in entgegengesetzter Richtung schreitet.

Es ist ein unanfechtbares Prinzip, daß sich der Integratismus aus dem Reduktionismus entwickeln muß, indem er von seinen Resultaten abgeht. Natürlich muß man sich gleichzeitig darüber im klaren sein, daß der Weg vom Einfachen zum Komplizierten viel schwieriger ist, als der vom Komplizierten zum Einfachen, d. h. jener Weg, der die Grundlage des Reduktionismus bildet. Aber diese Schwierigkeit darf man nicht als unüberwindlich betrachten. Die Gangbarkeit dieses Weges wird vielmehr unwiderlegbar und überzeugend vom ständig sich ergebenden Material umfassender experimenteller Forschungen der letzten Zeit bestätigt. Damit man diese unsere Behauptungen nicht als rein spekulativ und unbegründet ansieht, werden verschiedene Thesen und Methoden des „*Integratismus*“ illustriert, über die die Wissenschaft bereits verfügt.

Zunächst ist es aber erforderlich, gewisse Überlegungen allgemeineren, prinzipiellen Charakters anzustellen.

Zugleich mit dem Terminus „*Integratismus*“ wird zweckentsprechend der Begriff der *integrativen Information* als richtunggebender Faktor auf allen Integrationsebenen benutzt.

Der Begriff der Information führte eine völlig neue, ganz spezifische Kategorie in den Bereich des Erkenntniskomplexes ein, mit dem wir beim Studium belebter Objekte und Systeme operieren. Manche Autoren scheuen sogar nicht vor der

Behauptung zurück, daß die Wissenschaft solchen „Atomen“ des Weltalls wie Stoff und Energie die Information hinzugefügt habe!¹²

Unter dem Begriff „*integrative Information*“ wird hier die Gesamtheit jener Eigenschaften verstanden, die notwendig sind, um die Möglichkeit des Integrierens in jedem einzelnen Falle zu gewährleisten. Es handelt sich vor allem um jene Eigenschaften, die dem Teil der zum Bestand der neuen Ganzheit gehört, ermöglichen, zu den übrigen Komponenten der letzteren in Wechselbeziehungen zu treten. Die Wechselwirkung setzt die Entstehung von Verbindungen, und die Verbindungen setzen das Vorhandensein bestimmter Kräfte voraus. Wir kommen also zu dem Schluß, daß sich die integrative Information aus der Gesamtheit jener Eigenschaften ergibt, die das Vorhandensein von Kräften, die zwischen den Komponenten der Verbindungen liegen, sicherstellen. Der Integrationsprozeß selbst besteht in einem solchen Falle in der Äußerung der Wirkung dieser Kräfte. Die Klärung des Wesens der an der integrativen Information beteiligten Kräfte, der Gesetzmäßigkeiten ihrer Wirkung, der Quellen ihrer Entstehung, der räumlichen Lokalisation, usw. wird so zur zentralen Aufgabe des Integratismus.

Die Begriffe der Integration und des Integrierens sind mit der Vorstellung vom Bestehen einer Systemgrundlage verbunden, da jede Ganzheit auf ein System von Zusammenhängen aufgebaut ist. Der Erforschung der Gesetzmäßigkeiten, denen die Eigenschaften und das Verhalten der Systeme untergeordnet werden, wird gegenwärtig besonders große Aufmerksamkeit geschenkt. Es ist nicht zufällig, daß selbst die Konzeption der „Systemtheorie“ von dem theoretischen Biologen Bertalanffy formuliert wurde. Bei der Erkenntnis der belebten Welt gewinnen die Prinzipien der systemtheoretischen Arbeit ganz außerordentliche Bedeutung. Möglicherweise wird die Systemtheorie in naher Zukunft eine ebenso wichtige Rolle spielen, wie heute die Informationstheorie.

Bei der Integration haben wir es ständig mit der zunehmenden Regulierung zu tun. Das Integrieren kann im geschlossenen System mit vollem Erfolg geschehen. Es scheint, als ob die damit verbundene Zunahme der Regulation mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik in Konflikt gerät, weil die Entropie des Systems abnimmt. Aber dieser Widerspruch ist nur scheinbar. Die Integrierung geht strikt in Richtung der Abnahme freier Energie des Systems und diese Abnahme ist wesentlich bedeutender als die Negentropie der zunehmenden Regulation, die natürlich eine Erhöhung der Ordnung zur Folge hat. Nehmen wir ein altes Beispiel, das allgemein bekannte Experiment Platos. Wenn wir zwei miteinander nicht mischbare Flüssigkeiten von gleichem spezifischem Gewicht betrachten, dann ist in der kleineren Menge das Bestreben vorhanden, die Form einer Kugel anzunehmen. Aber die Kugel ist doch das weitaus geordnetere System gegenüber jener Masse an Flüssigkeit, die ihre Form frei, unter Einwirkung ungeordneter Kräfte der Wärmebewegung ihrer Moleküle ändert. Das Problem ist einfach zu erklären. Die Kugel besitzt bei einem gegebenen Volumen ein Minimum an Oberfläche. Folglich gibt es hier ein Minimum an Kräften der Ober-

12 Vgl. I. V. Blauberg, V. N. Sadovskij, E. G. Judin: A.a.O.

flächenspannung und der Gewinn freier Energie ist durch den höheren Überschuß der Negentropie der Beschränkung an Bewegungsfreiheit der Moleküle überlegen.

Da diese Frage prinzipielle Bedeutung hat, sei noch ein weiteres Experiment zur Illustration des realen Sachverhaltes angeführt. Dieses Experiment mag seiner Einfachheit wegen naiv erscheinen, aber es wird dadurch eindeutig klar, worum es geht. Wir nehmen zwei Sätze von Würfeln in zwei durchsichtigen Kästen. Die Würfel sollen anfangs völlig regellos verteilt sein. Beim Bewegen und Schütteln eines der Kästen bleibt diese Regellosigkeit erhalten. Aber wenn wir mit dem zweiten Kasten dasselbe machen, sehen wir, daß die Würfel hier geordnet wurden, sich „in Reih und Glied“ ausgerichtet haben. Es ist leicht zu erraten, warum. An den Seiten der Würfel sind hier Magneten befestigt. Das Bestreben der Magneten sich anzuziehen, wobei die freie Energie des Systems verringert wird, übersteigt um ein Vielfaches die Negentropie ihrer Organisation. An diesem Beispiel sehen wir, daß es keine Verletzung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik gibt.

Mit der Erwähnung der „Organisation“ ist eine Grundkonzeption im modernen Bild von der belebten Welt berührt worden. Der Begriff „Ordnung“ ist bei der Anwendung auf belebte Objekte aufs engste und untrennbar mit den von uns betrachteten Erscheinungen der Integration verbunden. Ohne Vorstellung von der Ganzheit verliert auch der Begriff der Integration seinen Sinn, weil letztere dann mit einer einfachen Summierung identisch wäre, d.h. mit der quantitativen Vergrößerung einer gewissen Menge ohne Einstellung qualitativer Veränderungen. Die Ganzheit setzt vor allem notwendig das Vorhandensein des Ordnungselements und fixierter Wechselbeziehungen der Teile, im Gegensatz zu einer ungeordneten Menge voraus. Das Problem der Ordnung als unveräußerliches Attribut belebter Systeme fesselte seit jeher die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler, der Experimentatoren wie der Theoretiker. Es erhielt in der Thermodynamik mit den strengen Anforderungen ihres zweiten Hauptsatzes eine neue Nuance. Dem Problem der Ordnung widmen hervorragende Wissenschaftler ihre Arbeiten. J. Needhams Buch „Order and Life“¹³ verdient hier besondere Erwähnung, weil der Autor die Wichtigkeit einer gründlichen Erforschung der integrativen Hierarchien, die niemals im Bereich der unbelebten Natur anzutreffen seien, hervorhebt. Needham meint, die biologische Ordnung und die Organisation seien keine axiomatischen Kategorien. Sie würden vielmehr die Wissenschaftler auf eine Forderung von fundamentaler Wichtigkeit verweisen: diese Begriffe wissenschaftlich zu interpretieren. Ein echtes Erfassen der inneren Gesetzmäßigkeiten, die der belebten Welt zugrunde liegen, kann nach Needhams Meinung nur erreicht werden, nachdem man begriffen hat, auf welche Weise die aufeinanderfolgenden „integrativen Stufen“ untereinander verbunden sind. Dabei darf man nicht das Grobe auf das Feine oder das Höhere auf das Niedere zurückführen und muß gleichzeitig „unwissenschaftlichen quasi-philosophischen

13. J. Needham: Order and life, New Haven 1936.

Konzeptionen ausweichen“. Die Interpretation des Grundsatzes der Regulierung biologischer Systeme von der Position der Thermodynamik wurde von E. Schrödinger begründet¹⁴. Dieser Standpunkt wurde in jüngster Zeit in glänzender Form von dem Nobelpreisträger für Biologie, dem Molekularbiologen A. Lwoff entwickelt¹⁵. Er konzentrierte die von ihm entwickelten Ansichten in lapidaren Formulierungen, wobei er die Entropie (die Rede ist von der Entropie mit negativen Vorzeichen, d.h. von der Negentropie) und „Ordnung“ als „echten Treibstoff, auf dessen Kosten das Leben aufrechterhalten wird“, charakterisierte. Einen Wesenszug des Belebten sieht er darin, daß es infolge der ihm eigenen Ordnung selbst befähigt wird, die Ordnung zu schaffen: „Einige Quelle der biologischen Ordnung ist die biologische Ordnung selbst.“ Selbst wenn man eine so kategorische Behauptung für etwas übertrieben hält, läßt sich der rationelle Kern in ihr nicht leugnen. Aber hier ist es nicht möglich, genauer auf die Erörterung des Problems der Ordnung als einer der wichtigsten Faktoren bei den Lebensorcheinungen einzugehen. Das würde uns zu weit von unserem Grundanliegen wegführen.

Den einfachsten Fall einer Integration haben wir natürlich bei den Reaktionen der Biosynthese polymerer Moleküle aus monomeren vorliegen (im weiteren werden wir für die Kennzeichnung der Komponenten, die im Resultat der Integration zur neuen Ganzheit gehören, entsprechend der Bezeichnung „Mono“, den Terminus „Protomer“ verwenden). Hier ist die Lage höchst einfach. Die Integration verwirklicht sich durch die Bildung von Verbindungen mit höherer Wertigkeit. Folglich ist die integrative Information in diesem Falle in erster Linie in drei Gruppierungen des Protomers konzentriert, die an der Bildung der erwähnten Verbindungen teilnehmen. Dazu können auch einige andere Faktoren hinzukommen, z.B. die stereochemische Konfiguration, aber ihre Rolle bleibt nebensächlich. Als Beispiel dieser Art der Integration kann die bereits erwähnte Bildung des Glykogens aus der Glykose dienen. Hierfür könnten, mit gewissen Vorbehalten, auch die oben angeführten Fälle der Synthese von Biopolymeren – der Eiweiße und Nukleinsäuren – gezählt werden.

Die Teilnahme der stärkeren Bindungen der chemischen Affinität bei den Erscheinungen der biologischen Integration beschränkt sich im Grunde nur auf Bildungsprozesse von Biopolymeren. Praktisch kommt in allen übrigen Fällen bei der Integration den sogenannten schwachen Bindungen zwischen molekularen Wechselwirkungen die Hauptrolle zu. Diese Bindungen müssen wir als entscheidende Faktoren bei den Erscheinungen der Integration betrachten.

Die starken Bindungen bei Affinität haben im Prinzip eine einheitliche Struktur. Sie sind von der Elektronenstruktur der Atome bestimmt, die an der Bildung solcher Verbindungen teilnehmen. Letztere sind langlebig. Im Unterschied dazu sind die zwischenmolekularen Wechselwirkungen in ihren Formen überaus vielge-

14. E. Schrödinger: Was ist Leben? Die lebende Zelle mit den Augen des Physikers betrachtet, Bern 1946.

15. A. Lwoff: L'ordre biologique, Paris 1969.

stätig und bedeutend weniger stabil. Daher sind sie wesentlich beweglicher, im bedeutenden Maße dem Umwelteinfluß unterworfen und zeigen oft Kooperationsneigungen. Es handelt sich um Wasserstoffverbindungen, elektrostatische Kräfte, Van der Waalssche Kräfte, Dipol-Wechselwirkungen, Dispersionskräfte, Kräfte, die mit der Übertragung von Ladungen verbunden sind, hydrophobe Wechselwirkungen usw. Sie sind in vieler Hinsicht bedeutend schwächer fixiert, als die starken Bindungen bei der Affinität. Ihrer Erforschung wird in der Gegenwart große Aufmerksamkeit gewidmet. Aber uns interessieren hier nicht das Problem ihrer Natur und ihrer speziellen Eigenschaften. Es reicht daher aus, wenn wir uns auf ihre bloße Aufzählung beschränken. Das ist deshalb wichtig, weil gerade sie vorwiegend Träger jener integrativen Information sind, um die es geht.

Es ist zu betonen, daß wir bei der Integration auf der Basis von Verbindungen mit hoher Wertigkeit, die den Prozessen der Synthese von Biopolymeren zugrunde liegen, einfache Bedingungen nur bei der Bildung von hochmolekularen Poysacchariden haben. Hier ist die Information, die den Prozeß der Integration lenkt, in den Protomeren selbst enthalten, d.h. in den Molekülen der Monosaccharide. Hier nehmen keine äußeren Faktoren an der Information teil. Die Enzyme tragen nicht zur Information bei. Sie steigern lediglich die Reaktionsfähigkeit der Moleküle.

Völlig andere Bedingungen existieren bei der Biosynthese von Eiweißen und Nukleinsäuren. Hier haben wir es mit einem Matrizenmechanismus zu tun. Sein Wesen braucht hier nicht beschrieben zu werden. Es ist in den Grundzügen zweifellos allgemein bekannt. Bei der Bildung kolloidalen Polysaccharide konnte die Integration auf Kosten jener Information geschehen, die sich in ihren Molekülen befand. Ein solcher Typ der Information kann als *endogen* oder *immanent*, d. h. dem integrierten Protomer wesenseigen, bezeichnet werden. Eine solche Art der Information erweist sich bei der Schaffung neuer Ganzheiten von solcher Kompliziertheit und solcher hohen Organisiertheit, mit denen wir es in den Makromolekülen des Eiweißes oder der Nukleinsäuren zu tun haben, als nicht ausreichend. Für die Lösung dieser Aufgabe tritt der Mechanismus der Matrzensynthese in Aktion. Er bringt die Information von außen her, die die Ordnung bzw. die Aufeinanderfolge der Integrierung der Protomere bestimmt. Die Matrize selbst, die diese Information als chemischen strukturellen Kode der Anordnung von Nukleotiden enthält, gehört nicht zum Endprodukt, das unter der Steuerung der Matrize entstand. Das ist der *exogene* Typ der integrativen Information (man könnte ihn als *direktiven*, richtungsweisenden Typ bezeichnen). Die Teilnahme des Matrizenmechanismus garantiert die Lösung der kompliziertesten aller Aufgaben der biologischen Integration. Aus der thermodynamischen Regellosigkeit, aus dem Chaos, welches ein Gemisch verschiedenartiger Protomere ist – in einem Falle vier oder fünf Nukleotiden, in einem anderen zwei Dutzend Aminosäuren – muß der Erhalt einer streng planmäßigen und unzerstörbar aufrechterhaltenen Ordnung gesichert werden. Die Aufeinanderfolge der gegenseitigen Kombination integrierter Elemente, ihre Vereinigung zu einem System von höherer Stufe – in

eine chemische Struktur des Moleküls des entsprechenden Polymers, die von hundert bis zu hunderttausend einzelnen Ketten reicht – charakterisiert diese Ordnung.

Uns ist nicht bekannt, in welchem Maße auf ähnliche Weise Mechanismen, die die integrative Information von außen bringen, d.h. der exogene Typ, auf anderen Stufen der hierarchischen Einteilung biologischer Systeme teilnehmen. Unwillkürlich denken wir an die höchste Stufe dieser Hierarchie, an den Denkmekanismus und andere Funktionen des Nervensystems. Aber es scheint äußerst oberflächlich zu sein, auf die Möglichkeit zu bauen, in die Natur der Integrationserscheinungen einzudringen, wenn auf der höchsten Ebene der biologischen Organisation geforscht wird. Es ist ein langer Weg von den Stufen des modernen Reduktionismus in Richtung auf Systeme zunehmender Ordnung. Er kann unermeßlich lang sein, wenn man als Endziel den Organismus eines hochentwickelten Tieres sieht. Aber nicht minder lang schien zu Beginn unseres Jahrhunderts der Weg zur Synthese des Eiweißmoleküls, zur Synthese des Enzyms oder Gens, oder zum Auffinden des Trägers der Erbeigenschaften, des isolierten Gens!

Selbst wenn man sich bewußt ist, daß dem Integrativismus noch ein langer und schwieriger Weg bevorsteht, können wir dennoch optimistisch sein, wenn wir auf den bereits durchschrittenen Wegabschnitt blicken. Er ist keineswegs klein, und die akkumulierten Erkenntnisse bestärken uns in der Gewißheit, daß wir uns auf dem richtigen Weg befinden. Heute läßt sich bereits an vielen Beispielen sozusagen der „Integrativismus in Aktion“ erkennen. Um von bloßen Erklärungen abzukommen, sei an einige Erfolge des Integrativismus erinnert. Viele werden im einzelnen bekannt sein, aber man sollte sie in den Gesamtzusammenhang stellen, um das Element der Integration bei der Darlegung zu betonen.

Der Effekt der Integration zeigt sich darin, daß die entstehende neue Ganzheit qualitative Merkmale besitzt, die bei den in ihren Bestand eingeschlossenen Protomeren fehlten, aber in bestimmten Maße von ihren Eigenschaften vorherbestimmt werden. Die einfachsten aber sehr wichtigen Beispiele finden wir bereits auf den ersten Etappen der Erhöhung der Komplexität biologischer Gebilde, in den Aufbauprozessen der Moleküle von Biopolymeren.

Wir haben bereits von der Matrzensynthese als einem Mechanismus gesprochen, der die exogene integrative Information bei der Bildung des Gerüstes hoher Wertigkeit der Makromoleküle sichert. Es ist bemerkenswert, daß dadurch, daß das Primärprodukt der Integration – da eine lineare, eindimensionale Struktur entsteht, die in der Aufeinanderfolge der Anordnung der Protomere, Aminosäuren oder Nukleotiden ausgedrückt wird – sich jetzt als in sich enthaltene konformgehende Information neuen Typs erweist, die eine streng geplante räumliche Anordnung der Teile des Moleküls in drei Dimensionen vorherbestimmt. Das kann man als Integration besonderen Charakters, nicht als Folge der Einbeziehung neuer Komponenten in das System, sondern als Ergebnis einer determinierten wechselseitigen Anordnung der Teile des Systems im dreidimensiona-

len Raum betrachten. Umfassende Kenntnisse in dieser Richtung sind heute sowohl für die Eiweiße als auch für die Nukleinsäuren bekannt.

Für das Eiweißmolekül ist die Bildung der von L. Pauling postulierten Alpha-Spiralen oder Faltenstrukturen kennzeichnend. Demzufolge wird die Polypeptidkette mit einer solchen sekundären Struktur einer weiteren räumlichen Umschichtung unterzogen, wobei eine dritte Struktur gebildet wird. So verwandelt sich das Element, das eine Dimension hat – eine Polypeptidkette linearer Schichtung – in einen dreidimensionalen Körper von streng bestimmter Form und nicht in einen regellosen Haufen. Was setzt sich diese Form zum Ziel, welche integrative Information bestimmt ihre Konturen? Wir kennen die Antwort wohl. Die dritte Struktur ist eindeutig bestimmt und von der primären chemischen Struktur der Peptidkette determiniert, d. h. durch den Charakter und die Anordnung der Aminosäurenreste in dieser Kette.

Es ist von erstrangiger Bedeutung, daß die dreidimensionale Struktur des Eiweißmoleküls, wenn sie aufgrund der Information entsteht, die in der primären Struktur enthalten war, sich ihrerseits wieder als eine Information von neuem Typ zeigt, und zwar als eine funktionale Information. Diese Struktur hat entscheidenden Einfluß auf die Eigenschaften des Eiweißmoleküls, darunter auch auf seine wichtigsten biologischen Eigenschaften, wie z. B. die Fähigkeit zur Aufnahme von Sauerstoff beim Hämoglobin oder auf die Katalysatoreigenschaften bei den Enzymen.

Hinsichtlich einer anderen Gruppe von Biopolymeren, nämlich den Nukleinsäuren, verfügen wir über Kenntnisse, die in bezug auf die überprüften Objekte nicht so zahlreich, aber nichtsdestoweniger genügend bestimmt sind, um exakte Schlußfolgerungen zu ermöglichen. Durch die Erforschung der niederen molekularen Nukleinsäuren, die hauptsächlich Transportfunktionen erfüllen (tRNS), wurde für viele von ihnen die Primärstruktur aufgestellt. Insbesondere in der Sowjetunion wurde das in bezug auf die tRNS, die die Aminosäure Valin überträgt, in den Arbeiten A. A. Bajev und seiner Mitarbeiter getan¹⁶. Die Erforschung einer Reihe von chemischen und physikalischen Eigenschaften wies auf das Vorhandensein einer Sekundärstruktur, die schematisch in zwei Dimensionen dargestellt werden könnte, und zwar auf einer Fläche in der Form eines „Kleeblattes“. Die Verbindung von Ergebnissen der Röntgen-Strukturanalyse mit einer Reihe vorläufig noch unvollständiger Daten verschiedener Parameter (hydrodynamische Eigenschaften, Isotopenaustausch, Möglichkeiten hydrophober Wechselwirkungen usw.) ermöglichte es, ein dreidimensionales Modell des Moleküls aufzustellen¹⁷.

16 A. A. Bajev, T. V. Venkstern, A. D. Mirzabekov, A. J. Krutilina, L. Li, V. D. Axelrod: Pervičnaja struktura valinovoj transportnoj RNK-I pekarskych drožej, in: „Molekularnaja biologija“, I. 754, 1967.

17 M. Levitt: Detailed Molecular Model for Transfer Ribonucleic Acid, in: „Nature“, Vol. 224, 1969, S. 759–763.

Man könnte meinen, daß die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten des Übergangs von einer eindimensionalen zu einer räumlichen dreidimensionalen Struktur für die Eiweiße und die Nukleinsäuren dieselben sind. In der ersten Etappe, bei der Entstehung der Polymerkette trugen die starken Bindungen der Affinität die integrative Information. Auf der von uns jetzt betrachteten folgenden Integrationsetappe, der konformgehenden, treten die oben erwähnten Kräfte der schwachen Bindungen auf. In diesem Falle äußert sich ihr Einfluß innerhalb eines Moleküls, wobei sie das Konformgehen des letzteren bestimmten und dem entstehenden System neue Qualitäten chemischen, physikalischen und darüber hinaus auch biologischen, d. h. funktionalen Charakters verleihen.

Insofern von der räumlichen Konfiguration des Eiweißmoleküls als von einer integrierten Stufe die Rede ist, erscheint es angebracht – wenn auch nur nebenbei – einen wichtigen biologischen Mechanismus zu nennen, der gerade über die Einwirkung auf das Konformgehen biologisch aktiver Eiweiße wirkt. Es handelt sich um allosterische Wirkungen, die eine äußerst wichtige Rolle bei den Regulationserscheinungen der Eigenschaften biologischer Systeme spielen. Ihr Wesen besteht darin, daß der Anschluß von Molekülen einiger Stoffe, z. B. von Produkten des in der Zelle ablaufenden Austausches, also der sogenannten Metaboliten oder einiger Hormone usw., Veränderungen des Konformgehens hervorrufen kann, die von Veränderungen der funktionalen Eigenschaften eines entsprechenden Eiweißes begleitet werden. Eine solche allosterische Integration spielt zweifellos in vielen Regulationsmechanismen biologischer Prozesse eine entscheidende Rolle. Dabei wird eine vielseitige Verbindung zwischen verschiedenen Systemen realisiert, d. h. im Grunde genommen ergeben sich ganz neue integrative Wechselbeziehungen, die bereits bedeutend breitere Bereiche der biologischen Organisationen erfassen.

Wir haben bisher Integrationserscheinungen auf der Stufe betrachtet, auf der Makromoleküle der Biopolymere und ihre konformen Veränderungen aufgebaut werden, d. h. in den Grenzen, die den Bereich von der primären bis zu einer dritten Struktur erfassen. Die nächsthöhere Ebene der Komplexität bilden die polymolekularen Systeme, bei deren Entstehung die Integration auf der Grundlage von Assoziationserscheinungen verwirklicht wird, also im Ergebnis von zwischenmolekularen Wechselwirkungen. Als Übergang zu den längst bekannten klassischen Erscheinungen polymolekularer Assoziationen können wir jene eigenartigen Erscheinungen einer gelenkten Assoziation zählen, die in letzter Zeit bei Forschungen im Laboratorium A. A. Bajevs und A. D. Mirzabekovs im Institut für Molekularbiologie der Akademie der Wissenschaften der UdSSR erforscht wurden. Das Wesen ihrer Experimente besteht in folgendem: Wenn man das Makromolekül – die Rede ist von den tRNS-Molekülen – durch eine streng regulierte Enzymeinwirkung in eine bestimmte Anzahl großer Bruchstücke zergliedert bzw. „zerschneidet“, dann haben diese Fragmente, einzeln genommen ihre biologische Funktion und damit die Fähigkeit verloren, die entsprechende Aminosäure zu binden. Mischt man aber diese Fragmente erneut, so erlangt dieses Gemisch bei günstigen Bedingungen von neuem eine spezifische bio-

gische Eigenschaft. Das war mit der Hälfte des Moleküls und sogar noch mit kleineren Fragmenten möglich¹⁸.

Es ist völlig klar, daß es sich hier nicht um eine echte Reproduktion des Ausgangsmoleküls handeln kann. Die durch die Wirkung des Enzyms zerrissenen Verbindungen hoher Wertigkeit konnten sich nicht aus eigenem Antrieb regenerieren. Es läuft darauf hinaus, daß sich die Fragmente, die als Protomere auftreten, untereinander auf Kosten von Kräften zwischenmolekularer Wechselwirkungen assoziieren und sich sammeln, wobei die Struktur des Ausgangsmoleküls völlig reproduziert wird, damit die Ansammlung von den Enzymen „erkannt“ werden kann, wodurch die Reaktion der Angliederung der Aminosäure durch Katalyse vollzogen wird.

Diese Erscheinung ist für unsere Frage nach den Gesetzmäßigkeiten der integrativen Information von großem Interesse. Wir haben es mit einer komplizierten Ganzheit, mit einem Makromolekül der Nukleinsäure zu tun. Für die Erfüllung ihrer Funktionen muß sie außerordentlich strengen Anforderungen hinsichtlich ihrer primären chemischen Struktur Rechnung tragen. Die einzelnen Teile dieses Ganzen besitzen diese Eigenschaften nicht. Aber sie enthalten soviel erschöpfende und genaue integrative Information, daß diese ihnen bei ihrer Wechselwirkung eine ebenso präzise wechselseitige Anordnung garantiert, die unter normalen Lebensbedingungen ein streng geplantes Vorhandensein von Verbindungen hoher Wertigkeit erfordert. Damit wird auch das Bestehen einer sehr strengen *Lokalisation* der integrativen Kräfte innerhalb des Protomerteilchens bewiesen, das eindeutig den Charakter der Organisation vorherbestimmt, die bei der ablaufenden Integration entstehen muß.

Dieser Fall ist besonders instruktiv, weil er speziell dafür geschaffen scheint, die Integrationserscheinungen und die hier wirkenden Gesetzmäßigkeiten in einem engbegrenzten Objekt klar bis in die letzten Details zu untersuchen.

3. Rekombination biologischer Systeme

Durch die Angabe dieser Experimente sind wir in jenes weite Gebiet gelangt, wo gegenwärtig die verschiedensten und besten Kenntnisse in bezug auf die Grundlagen der biologischen Integration gesammelt wurden. Wir meinen das Gebiet der sogenannten *Rekombination*, d.h. des spontan verlaufenden Prozesses der Bildung komplizierter Ganzheiten aus dem Gemisch ihrer Komponenten. Es gibt genügend Gründe für die Annahme, daß sich gerade hier das Prinzip des Integratismus in der biologischen Entwicklung in realen Formen in naher Zukunft zeigen wird.

Die Erscheinungen der spontan verlaufenden Assoziation von Molekülen, die der Rekombination zugrunde liegen, rufen in der Gegenwart größte Aufmerk-

18 A. D. Mirzabekov, D. Dastity, E. S. Cevina, A. A. Bajev: Selfassembly of transfer RNA fragments, in: „FEBS-letters“ Amsterdam, 7, 95, 1970.

samkeit hervor. Davon zeugen die dieser Frage gewidmeten Symposien und ihre Protokolle. Wenn man mit der einfachsten Stufe beginnt — das oben beschriebene Beispiel der Rekombination aus Fragmenten des Moleküls ist doch ganz speziell und vorerst ein Sonderfall — so ist jener Typ der polymolekularen Assoziationen, bei dem die Assoziation zwischen Molekülen ein und desselben Typs verläuft, besonders anschaulich.

Im Bereich der Nukleinsäuren dient natürlich als allgemeinbekanntes Beispiel einer solchen Assoziation die doppelfädige Spiralenstruktur der DNS. Zwei sich gegenseitig ergänzende Polynukleotidketten — bei gegenläufiger paralleler Anordnung — bilden eine streng fixierte Spiralstruktur („Doppelspirale“). Ihre zwei Komponenten erhalten sich in regelmäßiger Folge durch zahlreiche Kräfte schwacher Bindungen, in erster Linie durch Wasserstoffbindungen, aufrecht, aber gleichzeitig auch auf Kosten anderer Kräfte von unmittelbarer Wirkung, wie hydrophober Bindungen u.a.

Die Neigung zur zwischenmolekularen Assoziation ist bei den Eiweißen breit dargestellt. Als klassisches Beispiel dient das Molekül des Hämoglobins. Es bildet ein Tetramer, d.h. einen Komplex bzw. eine Assoziation aus vier Protomeren zweier Alpha-Polypeptidketten und zweier Beta-Ketten.

In sehr ausgeprägter Form zeigt sich die Neigung zur Assoziation bei den Enzymen. Die Forschungen der letzten Jahre haben eindeutig nachgewiesen, daß die überwiegende Mehrzahl der Enzyme aus Subeinheiten aufgebaut ist. Lediglich eine kleine Anzahl von Enzymen, vorwiegend des Verdauungstraktes, zeigen ihre Wirkung, wenn sie die Form einzelner Eiweißmoleküle bilden, d.h. wenn sie eine Polypeptidkette, ein echtes Monomer sind. Alle übrigen, in dieser Beziehung detailliert überprüften Enzyme, sind aus einer bestimmten Zahl von Subeinheiten aufgebaut. Die Zahl der Subeinheiten variiert im aktiven Komplex bei verschiedenen Fällen sehr. In der Regel ist dies immer eine gerade Zahl, was für das Vorhandensein einer bestimmten Symmetrie im Bau des sich bildenden Komplexes spricht. Zumeist sind es zwei oder vier Subeinheiten — Dimere oder Tetramere —, aber bisweilen ist die Anzahl der Subeinheiten, d.h. der Protomere, sehr groß. In einem begrenzten, uns bisher bekannten Falle kommen wir bis zu 96 Subeinheiten. In der Sowjetunion wurde im Institut für Molekularbiologie der Akademie der Wissenschaften der UdSSR von O. L. Poljanovski die Subeinheitsstruktur für die Aspartat-Transaminase aufgestellt. L. Kiselev und A. V. Parin haben dies für eines der Enzyme (Amino-Azyl-tRNAsynthetase oder „Kodase“) durchgeführt, die die Angliederung der Aminosäure, der Biosynthese des Eiweißes zugrunde liegen, an die entsprechende Transport-Nukleinsäure realisieren, welche eine spezifisches Kodetriplett von Nukleotiden befördert. Auf diese Weise wird die Aminosäure durch ihr individuelles Kodezeichen versorgt. Dabei ist wichtig und interessant: diese Enzyme sind bifunktional. Sie erfüllen zwei chemische Funktionen: erstens aktivieren sie die Aminosäure, zweitens binden sie sie zur Nukleinsäure. Nach den vorhandenen Angaben läßt sich annehmen, daß diese zwei Funktionen in zwei Subeinheiten eingeteilt sind, die am Aufbau der Enzymteilchen teilnehmen. So kann man hier von einer doppelten Art der

Integration sprechen: eine Integration rein physischer Art im Sinne der Vereinigung zweier verschiedener Eiweißmoleküle in ein diskretes Dimer wird von einer Integration funktionaler Art begleitet.

Die Kräfte, die die Assoziation der Moleküle bedingen, also auch die Erscheinungen der Rekombination, sind bereits genannt worden. Wir müssen dabei betonen, daß die Integration in Form der Rekombination auf allen uns hier interessierenden Stufen durch eine strenge Organisiertheit charakterisiert wird. Niemals findet eine Assoziation irgendeiner zufälligen Anzahl von Protomeren statt. Immer vereinigt sich eine von vornherein streng festgesetzte Protomerenzahl, die eine diskrete Ganzheit bildet, und sie besitzt eine physische Organisation im Sinne der räumlichen Anordnung der Teile. Gleichzeitig haben wir eine funktionale Integration von ebenso hoher Ordnung vor uns.

Besonders deutlich ist das beim an der Umwandlung von Pyroweinsäure teilnehmenden Enzym. Sein Kern besteht aus vier Paar Trimeren, von der jedes drei Subeinheiten enthält. Sie bilden eine kubische Struktur. Danach erfolgt die An gliederung neuer Protomere in den acht Ecken des Kubus, dann an seinen Kanten und danach an seinen sechs Flächen. Schließlich entsteht ein gigantisches Teilchen mit einem Molekulargewicht von ungefähr 4,5 Millionen, das aus 96 Subeinheiten aufgebaut ist. Am bemerkenswertesten ist dabei natürlich, daß eine solche komplizierte Struktur sich aus einem künstlich zusammengestellten Gemisch einzelner Komponenten völlig spontan zu bilden vermag. Gerade hier tritt ganz deutlich die Wirkung der integrativen Information zutage, die die Anordnung eines jeden der Bestandteile, die zur entstehenden Ganzheit gehören, vorherbestimmt.

Wie wir bereits erwähnten, liegt der integrativen Information, wenigstens auf den Stufen, von denen hier die Rede ist, die Gesamtheit der Kräfte der schwachen Bindungen zugrunde, die zwischen den Atomen entstehen, welche in verschiedenen Abschnitten innerhalb eines Moleküls oder in verschiedenen Molekülen angeordnet sind. Die Wirkung dieser Kräfte breitet sich lediglich auf kleine Entfernungen aus, weshalb sie auch als enger wirkende Kräfte bezeichnet werden. In der Regel übersteigt diese Entfernung nicht 4 Angström. Offensichtlich ist für die Wirkungsäußerung dieser Kräfte eine streng räumliche Lokalisation jener atomaren Gruppierungen erforderlich, die ihre Träger sind. Man könnte, wenn man über erschöpfende Kenntnisse vom Charakter und der räumlichen Anordnung der entsprechenden Quellen der Kräfte schwacher Bindungen verfügte, durch entsprechende Berechnungen des Endresultat ihrer summarischen integralen Wirkung vorhersagen. Von entscheidender Bedeutung wäre dabei die Forderung, daß dieses Resultat einem Minimum an freier Energie des Systems entspricht. Dies ist eine sehr komplizierte Aufgabe, aber im Prinzip kann man sie als gelöst betrachten.

Die Möglichkeit solcher Voraussagen wäre für die Enthüllung der Gesetzmäßigkeiten der biologischen Integration außerordentlich bedeutsam. Als überzeugendes Kriterium des heuristischen Wertes einer wissenschaftlichen Erkenntnis ist zweifellos die Möglichkeit anzusehen, auf ihrer Grundlage bestimmte Vorher-

sagen zu machen, die im Experiment überprüft werden könnten. Es gibt bereits Anzeichen dafür, daß die genannte Forderung hinsichtlich der biologischen Integration in gewissem Maße bald verwirklicht werden kann. Das gilt etwa für die integrative Information, die in der Primärstruktur der Polypeptidkette des Eiweißmoleküls eingeschlossen ist.

Bekanntlich bestimmt die Primärstruktur die räumliche, dreidimensionale Konfiguration, die das Makromolekül einnimmt. Wenn man einer gewaltigen EDV-Anlage die notwendigen Daten über die Parameter der Primärstruktur eingibt, wird es gelingen, auf dem Schirm des Oszillographen, der mit dem Ausgang des Automaten verbunden ist, eine graphische Darstellung der dritten Struktur zu erhalten, die theoretisch der Anordnung der Aminosäurenreste in der entsprechenden Polypeptidkette entspricht. Darüber gibt es bereits Mitteilungen: es war bemerkenswert, daß in einigen Fällen die vom Computer gegebene Antwort, mit überaus großem Genauigkeitsgrad die räumliche Konfiguration des Moleküls (z.B. des Myoglobins) wiedergab, die durch direkte Methoden, auf der Grundlage der Röntgen-Strukturanalyse, aufgestellt wurde.

Um die Zuverlässigkeit und Richtigkeit der erhaltenen Resultate endgültig beurteilen zu können, sind noch weitere Forschungen erforderlich. Jedenfalls ist die Suche nach Möglichkeiten der Voraussage auf diesem Spezialgebiet der integrativen Information außerordentlich verlockend. Dieses Problem ruft auch immer mehr Aufmerksamkeit hervor¹⁹. In der Sowjetunion wird im Institut für Eiweißstoffe in Puščkin unter Leitung von O. B. Ptitsyn an dieser Aufgabe gearbeitet.

Wie wir bereits sagten, erstreckt sich die Wirkung der schwachen Bindungen, die an den Integrationserscheinungen auf Molekularebene beteiligt sind, auf eine Entfernung von nicht mehr als 4 Angström. Deshalb wird es für die Erkenntnis der Gesetzmäßigkeiten, die bei bestimmten Formen der Integration, insbesondere bei der Assoziation der Makromoleküle, wirken, von entscheidender Bedeutung sein, welche Abschnitte der Molekularstruktur, die an der Assoziation der Protomere teilnehmen, sich räumlich so nahe sind, daß zwischen ihnen die Kräfte der engeren Wirkung ihren Einfluß geltend machen können. Zweifellos wird den Eiweißen ein führender Platz gehören. In dem Zusammenhang ist die Überlegung verlockend, daß, ebenso wie auf dem Gebiet der Nukleinsäuren in den letzten 10 Jahren das „Alphabet der Nukleotidsprache“ dechiffriert wurde, es auch auf dem Gebiet der Wechselwirkung mit Eiweißanteilen allmählich gelingt, an die Erkenntnis der „Aminosäure-Sprache“ mit ihren 20 Buchstaben des Alphabets heranzukommen. Spezifische Gruppierungen in der Polypeptidkette könnten als „Worte“ dieser Sprache dienen. Eine sehr interessante Grundlage für die ersten Schritte auf diesem Weg hat M. Perutz gelegt²⁰. Er bestimmte

19 C. B. Anfinsen: Molecular Structure and the Function of Proteins, in: J. M. Allen: Molecular organization and Biological function, New York, Evanston, London 1967.

20 M. F. Perutz: The haemoglobin molecule. In: „Proc. Roy. Soc. B“, Vol. 1973, 1969, S. 113 ff.

auf der Basis der von ihm erhaltenen dreidimensionalen Struktur des Hämoglobins, bei der Messung eines Abstandes von zwei Angström, wie viel Aminosäurereste in der Alpha- und Beta-Kette sich im Van der Waalschen Kontakt befindet, d.h. in einer Entfernung von weniger als 4 Angström voneinander. Bis jetzt bietet sich noch keine Möglichkeit, bereits von einer eindeutigen Gesetzmäßigkeit zu sprechen. Dazu müßte man über weit mehr Material und Möglichkeiten in bezug auf andere Eiweißtypen verfügen. Natürlich könnte das Auffinden eines besonders günstigen Objekts eine große Rolle spielen. Dadurch würde es, wie das bei der DNS auf dem Gebiet der Nukleotidensprache gemacht wurde, leichter gelingen, die unermeßlich kompliziertere „Aminosäuresprache“ zu entziffern. Das Aufsuchen solcher Objekte, die die Möglichkeit einer Erkenntnis der allgemeinsten Gesetzmäßigkeiten verheißen, die der „Rekognosierung“, d.h. spezifischen strukturellen Bedingungen für die integrative Wechselwirkung zugrunde liegen, ist eine der wichtigsten und nächstliegenden Aufgaben des Integratismus. Es drängt sich der Gedanke von einer möglichen Nützlichkeit der sogenannten „ursprünglichen“ Eiweiße Histon und besonders Protamin auf, bei denen sich der überaus vereinfachte Aminosäurebestand mit einer stark ausgeprägten Tendenz zur Wechselwirkung mit der DNS verbindet, was sich bei der Bildung morphologischer Strukturen des Zellkerns, seines Chromatinapparates und der Chromosomen selbst zeigt. Die Vollkommenheit der integrativen Information, die sich bei der Assoziation und Rekombination von Eiweißgebilden zeigt, ist nicht verwunderlich. Uns sind bereits Beispiele bekannt, wo auf der Grundlage dieses Prinzips sehr komplizierte Aufgaben gelöst werden. Es gibt zahlreiche und verschiedenartige Fälle, wo komplizierte Ganzheiten im Ergebnis einer wechselseitigen integrativen Vereinigung der Bestandteile geschaffen werden, die weder zu diesen noch zu jenen klassischen chemischen Stoffen gehören, wie bei den betrachteten Beispielen. Vielmehr entsteht ein ungeteiltes System höherer Stufe, das aus Bestandteilen *heterogener* chemischer Stoffe aufgebaut ist. Es handelt sich im Grunde um die Vereinigung von Eiweißen und Nukleinsäuren.

Rein chemisch gesehen sind das Produkte, die man formal zu den Nukleoproteiden zählen könnte. Aber in biologischer Hinsicht haben wir es hier mit einer außerordentlich zahlreichen und vielfältigen Gruppe von Gebilden zu tun, die einen völlig anderen biologischen Charakter besitzen.

Wenn man auch hier mit dem einfachsten Typ des Baus und einer primitiveren biologischen Funktion beginnt, dann stehen den Nukleoproteiden in chemischer Hinsicht die Komplexe am nächsten, die zwischen die Eiweiße und jene Ribonukleinsäuren treten, die die genetische Information vom Chromosomenapparat des Zellkerns zu den Ribosomen des Zytoplasmas transportieren. Das sind die sogenannten Messenger-Ribonukleinsäuren. Im Zytoplasma wurden von A. S. Spirin²¹ diskrete Teilchen entdeckt, die aus Eiweiß und Nukleinsäure bestehen. Sie wurden als Informosome bezeichnet. Die durch entsprechende

physikalische Methoden ausgesonderten Informosome zeigten Beständigkeit der physikalischen Parameter und der Beziehungen ihrer Bestandteile. Sie ließen sich somit als funktionale Individuen betrachten. Im Zellkern wurden Teilchen entdeckt, die aus denselben Komponenten aufgebaut sind, Informofere genannt werden und am Transport der m-Ribonukleinsäure vom Ort der Bildung, d.h. von den DNS-Molekülen in den Chromosomen, zur kern-zytoplasmatischen Grenze beteiligt sind²². Es war möglich, die Informofere detailliert sowohl in morphologischer Hinsicht unter dem Elektronenmikroskop als auch in bezug auf den chemischen Bestand und die Eigenschaften zu charakterisieren. Besonders ist die Fähigkeit der informoferen Teile zur Rekombination hervorzuheben. Unter entsprechenden Bedingungen können das Eiweiß und die Nukleinsäure voneinander getrennt werden – in Form von geteilten Präparaten – und bei Vermischung beider Komponenten vereinigen sie sich erneut zu Teilchen, die dem früheren Bestand und den früheren Eigenschaften völlig entsprechen. Die Fähigkeit zur Rekombination mit der Wiedererrichtung des früheren Charakters der Organisation zeugt davon, daß wir es hier mit einem integrativen Prozeß, mit einer gerichteten Einwirkung jener integrativen Information zu tun haben, die in den Eigenschaften der Bestandteile enthalten ist, die in Wechselwirkung treten und eine neue Einheit bilden.

Die Entdeckung dieser Art von Erscheinungen in bezug auf das Tabakmosaikvirus wurde durch ein sehr frühes Beispiel der Rekombination bei den biologischen Molekülen wahrscheinlich. Das Molekül des Tabakmosaikvirus besteht aus einem RNS-Strang, der eine Spirale mit einem Durchmesser von 80 Angström bildet, die in jedem Molekül 6300 Nukleotiden enthält. Auf jede Spire sind Subeinheiten des Eiweißes aufgereiht – 2130 auf ein Molekül –, folglich steht also eine Eiweiß-Subeinheit in Wechselbeziehung zu jeder der drei Nukleotiden in der RNS-Kette. Durch entsprechende Verfahren gelingt es, das Eiweiß und die Nukleinsäure zu trennen und jede der Komponenten in Form eines einzelnen chemischen Präparates zu erhalten. Bei Vermischung beider Komponenten vollzieht sich eine völlige Regeneration des Virus, wobei alle physikalischen Parameter und die spezielle biologische Eigenschaft – die Infektionsfähigkeit des Virus – wiederhergestellt werden. Es vollzieht sich eine völlige Reintegration – aus zwei getrennten Komponenten entsteht nichts vollkommen Neues, sondern ein vollwertiger Virusteil. Es ist leicht vorstellbar, wie groß die Vollkommenheit der integrativen Information sein muß, die in den Eigenschaften der Eiweißmoleküle und Nukleinsäure-Moleküle gespeichert ist, um eine solche exakte Rekonstruktion zu garantieren. Unwillkürlich gerät man in Staunen, daß auf irgendeine Weise ein Befehl erteilt wird, wodurch der Prozeß der Rekonstruktion in dem Moment stehenbleiben muß, wenn sich an die RNS-Kette gerade 2130 Eiweiß-Subeinheiten anschließen und nicht 2129 oder 2140!

21 A. S. Spirin, L. P. Gavrilova: Ribosoma, Moskau 1968.

22 G. Georgiev, O. Samarina: Uspechi biologičeskoi chimii. 10/1969.

Das gleiche ungewöhnlich hohe Maß an Sicherheit der integrativen Information zeigt sich auch in allen übrigen Fällen, wo es gelang, Erscheinungen der Rekombination bei verschiedenen anderen Viren festzustellen. Es gibt dafür sehr viele Beispiele, und wir haben allen Grund anzunehmen, daß das eine allgemeine Gesetzmäßigkeit ist. Aber man muß doch daran erinnern, daß die Struktur des Tabakmosaikvirus wohl eine der einfachsten der Viren ist. Mit überaus hohen Stufen an Organisiertheit haben wir es in der viel breiteren Gruppe der Viren vom sphärischen oder isometrischen Typ zu tun, dem die ikosaedrische Struktur am häufigsten zugrunde liegt und die Strukturdetails der Virusteilchen eindeutig von den Gesetzen der Symmetrie bestimmt werden. Diese Gesetze, zusammen mit den genannten verschiedenartigen Kräften zwischenmolekularer Wechselwirkung, oder genauer, in enger Einheit mit ihnen, muß man als eine der wichtigsten Elemente innerhalb der Faktoren ansehen, aus denen sich die integrative Information zusammensetzt.

Das angeführte Beispiel der Rekombination des Tabakmosaikvirus ist das am frühesten bekannte von den Fällen, bei denen sich die integrative Information in den Erscheinungen der Rekombination äußert. Dieses Virus gehört zu den nach ihren Ausmaßen sehr großen Viren. In letzter Zeit wurden Kenntnisse über Rekombinationserscheinungen gewonnen, die sich an kleinsten Viren zeigten, nämlich an Bakteriophagen von sehr einfacher Bau (Phagen der Typen R 17 und α β). Sie enthalten ein einsträngiges RNS-Molekül, insgesamt beinhaltet es lediglich drei Gene. Diese Gene sichern die Synthese dreier Eiweiße. Das erste ist das Eiweiß, welches den Bau des Virus bildet. Das zweite Eiweiß mit Enzym-eigenschaften – die RNS-Replikase – realisiert die Autoreproduktion bei der Vermehrung des Virus. Das dritte Eiweiß lenkt die Rekombination des Virusteilchens aus der Mischung seiner Komponenten. Wir kennen sogar die Reihenfolge der Anordnung dieser Gene in der RNS-Kette. Sie haben folgende Anordnung: Das „Montage“-Eiweiß, nach ihm das Eiweiß des Baues und darauf das Enzym-eiweiß Replikase. Wenn man *in vitro* die RNS und die genannten drei Eiweiße mischt, sammeln sich diese Komponenten spontan und bilden jene hochspezifische Struktur, die einem vollwertigen Virus entspricht.

Dieses Beispiel dient einmal als Beweis, wie tief die moderne Forschung in die „geheimsten“ Strukturen der Viren eindringt. Zweitens sehen wir, daß in gewissen Fällen die biologische Ganzheit bestimmten individuellen Komponenten eine spezielle Funktion zuschreiben muß, die die erforderliche Organisierung bei der Rekombination garantiert. In gewissem Maße haben wir hier ein Beispiel der integrativen Information; jenes Typs, der oben „direktive“ Information genannt wurde.

Eine biologische Formation mit besonders allgemeinbiologischen Funktionen und erstaunlich vollkommener und hochkomplizierter Struktur sind die Ribosomen – molekulare Fabriken der Biosynthese des Eiweißes. Vom Gesichtspunkt der Integrationserscheinungen und der Rolle der integrativen Information sind die Ribosomen außerordentlich interessant. Das Ribosom besteht aus zwei Hälften, also der leichten, mit einer Sedimentationskonstanten von 30 und der

schweren, mit einer Sedimentationskonstante von 50. Ihre chemische Zusammensetzung gemäß einem Molekül der Nukleinsäure ist in jeder Hälfte von sehr hohem Molekulargewicht und hat eine sehr große Anzahl von Eiweißen. Wir haben hier an die Hundert individueller Polypeptidketten und einige Dutzend verschiedener Eiweiße. Ungeachtet der außerordentlichen Kompliziertheit und hoher Organisation des Baus war es möglich, die Ribosome in ihre Bestandteile aufzugliedern und aus ihnen, im Ergebnis der Rekombination, die ganze komplizierte Struktur wiederherzustellen. Das wurde von A. S. Spirin²³ in bezug auf die Dissoziation der Ribosome in ihre Hälften und der stufenweisen Entfernung der Eiweißmenge gezeigt, worauf bei der Schaffung günstiger Bedingungen die Rekombination bis zur Bildung normaler, vollwertiger Ribosome stattfinden konnte. Im Jahre 1969 konnte N. Nomura²⁴ in einer der Hälften den Zergliedrungsprozeß vollenden. Die nachfolgende Rekombination ging noch weiter, bis zur völligen Entfernung des Eiweißes und der Wiedererrichtung der normalen biologischen Aktivität bei der Rekombination.

Hinsichtlich der Kompliziertheit der sich hier bildenden biologischen unteilbaren Einheit sind diese Resultate gegenwärtig die auf dem Erkenntnisweg der biologischen Integration am weitesten vorangeschrittenen Errungenschaften. Von diesen Erfolgen beflogelt, malen wir uns aus, wie es dem Experimentator gelingt, das Mitochondrium in seine Bestandteile zu zerlegen und wie sich aus den Teilen, unter unsichtbarer Anweisung der integrativen Information, diese „Kraftzentralen“ der Zellenergie von neuem zusammenfinden. Schließlich läßt sich vorstellen, daß, entsprechend den geschaffenen Bedingungen, vor dem Auge des Forschers aus despiralisierten Strängen der DNS und hinzugefügten Histonen im Ergebnis der Rekombination, d.h. durch die Integration auf supramolekularer Stufe, aus einem umgeordneten Gemisch von Komponenten „synthetische“ Chromosomen entstehen, ähnlich der Mitose im Zellkern.

Der Integrativismus ist nicht Zweck, sondern Weg. Die Sicherstellung der richtigen Verbindung, der zweckmäßigen Wechselbeziehung des Reduktionismus und Integrativismus, ist die strategische Grundlage der wissenschaftlichen Forschung zur Erkenntnis der Lebenserscheinungen in der nächsten Zeit und für die ganze zukünftige Entwicklung der Biologie als exakte Wissenschaft. Leitprinzip muß dabei das Bestreben sein, Schemata und Begriffe des Integrativismus aufzustellen, indem man von den Daten, die auf dem Wege des Reduktionismus erhalten werden, ausgeht, d.h. sich von den einfachsten, elementaren Bedingungen Schritt für Schritt über die aufsteigenden Stufen der hierarchischen Einteilung emporhebt und zu Stufen zunehmender Kompliziertheit der zu erforschenden Systeme übergeht.

23 A. S. Spirin, L. P. Gavrilova: A.a.O.

24 Vgl.: M. Nomura, P. Traub, C. Guthrie, H. Nashimoto: The assembly of Ribosomes. In: Journal of Cellular Physiology, Symposium on Protein – Nucleic Acid Interaction. Supp 1 to Vol. 74, Nr. 2, Vol. 74, Philadelphia, Pa. 1969, p. 241–251.

Man muß sich bewußt sein, daß wir auf der jetzigen Entwicklungsstufe des Integratismus vorwiegend mit Kenntnissen phänomenologischen Charakters operieren müssen. Die Erkenntnis der tieferen Bewegungskräfte, die detaillierten Mechanismen ihrer Wirkung, die kausalen und funktionalen Aspekte sind in vielem noch unbekannt. Die Überwindung dieser Lücken muß eine der wichtigsten Aufgaben der biologischen Forschung bilden, die auf die Entdeckung der grundlegenden Probleme gerichtet ist, die bei der Erforschung des Wesens der Lebenserscheinungen anstehen.

Zur Kritik der Berufsverbote

Neuerscheinung:

Berufsverbote durch Gesetz? Wortlaut und Kritik des Entwurfs eines Gesetzes zur Änderung dienstrechtlicher Vorschriften

Mit Beiträgen von Wolfgang Abendroth, Axel Azzola u. Adalbert Podlech, Frank Benseler, Heinz Düx, Erich Eisner, Klaus Grimmer, Heinrich Hannover, Wolfgang Piepenstock, Ulrich K. Preuß, Helmut Rödder, Peter Römer, Theo Schiller, Hans E. Schmitt-Lermann, Hans-Peter Schnelder, Gerhard Stuby, Dimitris Tsatsos, Heinz Wagner, Roderich Wahnsen.

Hefte zu politischen Gegenwartsfragen, Bd. 14
Doppelband, 80 Seiten, DM 6,-

Horst Bethge / Erich Roßmann (Hrsg.)
Der Kampf gegen das Berufsverbot
Dokumentation der Fälle und des Widerstands

Kleine Bibliothek Bd. 43
330 Seiten, DM 12,80

Wortlaut und Kritik der verfassungswidrigen Januarbeschlüsse. Materialien für Studenten, Beamte, Angestellte und Arbeiter im öffentlichen Dienst
97 Seiten, DM 5,-

Pahl-Rugenstein

Martin Kempe

SPD und Bundeswehr

Studien zum militärisch-industriellen Komplex

Kleine Bibliothek, Bd. 29, 279 Seiten, DM 12,80

Aus dem Inhalt:

Die SPD und die Remilitarisierung – Konkurrenz zwischen CDU/CSU und SPD um die Gunst der Militärs – Zustimmung der SPD-Führung zur Wehrpflicht und zur NATO – Das Bündnis mit der Rüstungsindustrie – Die Generalskriege 1966 – Die Affären Grashey und Karst – Die „Schnez-Studie“ – Die Ära Helmut Schmidt – Der Ausbau des militärisch-industriellen Komplexes – Militärische Bildungspolitik, Ausbildung und Disziplinierung.

Pahl-Rugenstein

Das politische Buch des Jahres

Chile – Ein Schwarzbuch

Großband, 228 Seiten mit 200 Abbildungen.
Ganzleinen mit farbigem Schulzumschlag, DM 12,80

„Dieses Buch sagt die Wahrheit über Chile. Für mich ist es zugleich ein Zeichen großartiger solidarischer Sympathie für das chilenische Volk.“



Beatriz Allende

Der Bild- und Dokumentarband über die Politik der Unidad Popular, die Hintergründe des Putsches sowie die ersten vier Monate des Terrors der Junta wurde vom Antimperialistischen Solidaritätskomitee für Afrika, Asien und Lateinamerika (ASK) in Zusammenarbeit mit den Herausgebern Prof. Hans-Werner Bartels, Martha Buschmann, Prof. Gerhard Stuby, Prof. Erich Wulff und dem Pahl-Rugenstein Verlag erarbeitet.

Bestellung

An das
Antimperialistische
Solidaritätskomitee für
Afrika, Asien und Lateinamerika

6 Frankfurt/Main
Eichwaldstraße 32

Ich bestelle zur portofreien
Lieferung _____ Exemplar(e)

Chile – Ein Schwarzbuch
zum Preis von DM 12,80 je Exemplar

Anschrift:

Hefte zum Geschichts- und Sozialkundeunterricht

Herausgegeben von Prof. Dr. Wilfried Frhr. v. Bredow, Prof. Dr. Frank Deppe, Prof. Dr. Georg Füllerth, Prof. Dr. Reinhard Kühnl, Prof. Dr. Hans Karl Rupp.
Redaktion: Dr. Horst Ermel.

Je Heft 48 Seiten Umfang, Preis DM 3,-

In der Bundesrepublik gibt es noch immer zu wenig Historiker und Publizisten, die als entschiedene Demokraten an der Revision einer überholten Geschichtsschreibung arbeiten. Die Gewerkschaften haben als Interessenvertreter von Millionen von Arbeitern und Angestellten im Gegensatz zu den Unternehmerverbänden erst ansatzweise auf die Gestaltung der Lehrinhalte der Schulen einwirken können. Angesichts dieses ungleichen Kräfteverhältnisses haben Herausgeber und Autoren der vorliegenden Reihe es sich zur Aufgabe gestellt, für den Bereich der deutschen Geschichte seit 1870 eine demokratische Alternative zum bestehenden Unterrichtsangebot zu realisieren.

Anfang Februar 1974 sind lieferbar:

1. Horst Ermel, Der Übergang vom Kapitalismus der freien Konkurrenz zum Imperialismus in Deutschland
2. Georg Füllerth, Die Wandlung der deutschen Sozialdemokratie vom Erfurter Parteitag 1891 bis zum Ersten Weltkrieg
3. Dieter Halfmann, Der Anteil der Industrie und Banken an der faschistischen Innenpolitik
5. Ulrich Albrecht, Die Wiederaufrüstung der BRD

Im Frühjahr 1974 erscheinen:

4. Dieter Halfmann, Der Anteil der Industrie und Banken an der faschistischen Außenpolitik
6. Anne und Gerhard Weiß, Geschichte der deutschen Spaltung von 1945 bis 1955
7. Hans Karl Rupp, Sozialismus und demokratische Erneuerung. Die Konzeptionen der Parteien in den Westzonen nach 1945

In Vorbereitung:

- Arbeiterbewegung in der Weimarer Republik
- Aufstieg und Sieg des Faschismus
- Quellenheft zur faschistischen Politik
- Der Restaurationsprozeß in der BRD
- Verfassungsänderungen und Verfassungsbrüche seit 1949
- Die Antinotstandsbewegung
- Die Europapolitik der westdeutschen Regierungen
- Die Politik des Bundesverbandes der Deutschen Industrie
- Geschichte der CDU von 1945 bis heute
- Die SPD von 1945 bis Bad Godesberg
- Geschichte der Gewerkschaften von 1945 bis zur Gegenwart
- Arbeit und Kapital
- Zur Funktion der Sozialstaatstheorie
- Wesen und Kritik der Richtlinien für den Geschichts- und Sozialkundeunterricht

Pahl-Rugenstein Verlag

Politische Sachbücher

Kleine Bibliothek

- Jean Claude Quiniou
Marxismus und Informatik
Aus dem Französischen
Bd. 41, ca. 200 S., ca. DM 12,80
- Boris Čagin
Aus dem Russischen
Bd. 44, 256 S., DM 12,80
- Wolfgang F. Haug
Einführung in „Das Kapital“
Zehn Vorlesungen
Bd. 45, ca. 200 S., ca. DM 12,80
- Wilfried von Bredow (Hrsg.)
Ökonomische und soziale Folgen der Abrüstung
Texte aus West- und Osteuropa
Bd. 46, ca. 200 S., ca. DM 12,80
- Katharina Hanstein
Körperliche und geistige Arbeit im Sozialismus
Bd. 47, ca. 250 S., ca. DM 14,80
- Erich Hahn
Theoretische Probleme der marxistischen Soziologie
Bd. 50, ca. 300 S., ca. DM 14,80
- Michail Altaiski
Anmerkungen zum X. Parteitag der Kommunistischen Partei Chinas und zur Politik Mao Tse-tungs
Bd. 12, 35 S.; DM 3,—
- Fidel Castro
Kampf und Tod Salvador Allendes
Bd. 13, 32 S., DM 3,—
- Berufsverbote durch Gesetz?
Beiträge von W. Abendroth, F. Benseler, H. Hannover, U. K. Preuss, H. Ridder, Th. Schiller, G. Stuby u. a.
Bd. 14, ca. 80 S., ca. DM 6,—

- Georg Füllerth
Die Wandlung der deutschen Sozialdemokratie vom Erfurter Parteitag 1891 bis zum Ersten Weltkrieg
Bd. 2, 48 S., DM 3,—
- Dieter Halfmann
Der Anteil der Industrie und Banken an der faschistischen Innenpolitik
Bd. 3, 48 S., DM 3,—
- Ulrich Albrecht
Die Wiederaufrüstung der BRD
Bd. 5, 48 S., DM 3,—

Allgemeine Produktion

- Jürgen Kuczynski
Wissenschaft und Gesellschaft
Studien und Essays über sechs Jahrtausende
240 S., DM 14,80
- Völkerrecht Dokumente
3 Bde., zus. 1454 S., DM 64,—
- Hegel-Jahrbuch 1973
Herausgegeben von Wilhelm R. Beyer im Auftrag der Internationalen Hegel-Gesellschaft, ca. 350 S., ca. DM 55,—

- Marxistische Staats- und Rechtstheorie
Herausgegeben vom Institut für Staat und Recht der Akademie der Wissenschaften der UdSSR
ca. 4 Bände, je 500 S., ca. je DM 32,—
- Klaus Mannhardt / Winfried Schwamborn
Schwarzbuch Kriegsdienstverweigerung
147 S., DM 7,80
- Chile. Ein Schwarzbuch
Herausgegeben von H.-W. Bartsch, M. Buschmann, G. Stuby, E. Wulff, Großband, 230 S., 200 Abb., Ganzleinen mit Schutzumschlag, DM 12,80

Erziehung und Bildung

- Wolfgang Christian
Politische Erkenntnis im Unterricht
Ca. 160 S., ca. DM 14,80
- Arthur Meier
Soziologie des Bildungswesens
Eine Einführung
Ca. 400 Seiten, ca. DM 16,80
- A. W. Petrowski (Hrsg.)
Allgemeine Psychologie
Aus dem Russischen
Ca. 480 Seiten, ca. DM 19,80
- Sven Güldenkpfennig,
Walter Volpert, Peter Weinberg (Hrsg.)
Sensumotorisches Lernen und Sport als Reproduktion der Arbeitskraft
138 S., DM 12,80

Hefte zum Geschichts- und Sozialkundeunterricht

- Horst Ermel
Der Übergang vom Kapitalismus der freien Konkurrenz zum Imperialismus in Deutschland
Bd. 1, 48 S., DM 3,—

Pahl-Rugenstein

WEB Deutscher Verlag der Wissenschaften empfiehlt:

G. Schenk

Zur Geschichte der logischen Form, Band I

Einige Entwicklungstendenzen von der Antike bis zum Ausgang des Mittelalters

377 Seiten, 14,7 x 21,5 cm, Leinen 30,- Mark

Bestellnummer: 569 932 9

Bestellwort: Schenk, Log. Form 1

Günther Schenk unternimmt als erster marxistischer Logiker in der DDR den Versuch, eine Geschichte der Logik zu konzipieren, indem er die Entwicklungstendenzen der logischen Formen von der Antike bis zur Neuzeit untersucht. Der erste Band bringt die Herausbildung logischer Formen durch Plato und die sokratische Methode, durch Aristoteles sowie die mearisch-stoische Schule. Es werden Tendenzen zur Vereinigung und Systematisierung von logischen Formen am Ausgang der Antike aufgedeckt und die konsequente Weiterentwicklung der Logik im Mittelalter gezeigt.

Dieser Titel ist lieferbar.

J. K. Fjodorow

Die Wechselwirkung zwischen Natur und Gesellschaft

Übersetzung aus dem Russischen

Taschenbuchreihe „Unser Weltbild“ Band 70

Herausgegeben von H. Hörrz, M. Klein, E. Lange

etwa 120 Seiten, 12,5 x 20 cm, Broschur 2,80 Mark

Bestellnummer: 570 201 4

Bestellwort: Weltbild 70

Das Verhältnis von Gesellschaft und Natur, von Mensch und Umwelt, seit mehreren Jahren heftig diskutiert und je nach weltanschaulicher Haltung und gesellschaftlicher Grundlage unterschiedlich beantwortet, ist Gegenstand dieser Arbeit des bekannten sowjetischen Wissenschaftlers. Der Autor diskutiert vom Standpunkt des konsequent auf dem Boden der sozialistischen Gesellschaftsordnung stehenden Wissenschaftlers eine Vielzahl von Fragen, setzt sich aktiv mit bürgerlichen Standpunkten auseinander und umreißt die Möglichkeiten einer sinnvollen Gestaltung des Verhältnisses zwischen Natur und Gesellschaft.

H. Hörrz

Der dialektische Determinismus in Natur und Gesellschaft

Taschenbuchreihe „Unser Weltbild“ Band 34

5. Auflage, 302 Seiten, 12,5 x 20 cm, Broschur 5,60 Mark

Bestellnummer: 569 069 0

Bestellwort: Weltbild 34

Determinismus beinhaltet – kurz gesagt – die Anerkennung objektiver gesetzmäßiger Zusammenhänge in Natur, in der Gesellschaft und im Denken. Er ist die Voraussetzung aller wissenschaftlichen Erkenntnis und praktischer Veränderbarkeit der Wirklichkeit durch den Menschen. Seit mehreren Jahren arbeitet Prof. Dr. Herbert Hörrz sowohl aus philosophischer als auch aus fachwissenschaftlicher (insbesondere physikalischer) Sicht an dieser wichtigen weltanschaulichen Grundproblematik unserer Philosophie.

Aus einer Rezension zur 4. erweiterten Auflage im „Neuen Deutschland“

Interessenten für diese Titel:

Philosophen, Gesellschaftswissenschaftler, Naturwissenschaftler aller Disziplinen, Studenten, Lehrer, interessierte Oberschüler, Bibliotheken.

Auslieferungstermin: II. Quartal 1974



WEB Deutscher Verlag der Wissenschaften
DDR – 108 Berlin Postfach 1216

AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

Deutsche Demokratische Republik



Aus unserer Produktion empfehlen wir:

Wissenschaft – Philosophie – Ideologie

Beiträge bulgarischer Philosophen

Herausgegeben von Panajot Gindew (Übersetzung aus dem Bulgarischen)

Bearbeitung der deutschen Fassung von einem Kollektiv des Zentralinstituts für Philosophie der Akademie der Wissenschaften der DDR

1973 – 541 Seiten – gr. 8° – Leinen 35,- M

Bestell-Nr. 752 140 1 (5847)

Bei der vorliegenden Publikation handelt es sich um eine Sammlung von Beiträgen bulgarischer Philosophen zu verschiedenen Themen der Entwicklung der marxistischen-leninistischen Philosophie, ihres Verhältnisses zu den Einzelwissenschaften sowie zum ideologischen Klassenkampf der Gegenwart. Zweck dieses Buches ist, einen möglichst repräsentativen Querschnitt der Entwicklung der marxistisch-leninistischen Philosophie in Bulgarien zu bieten.

Dialektik in der modernen Naturwissenschaft

Materialien der II. Allunionskonferenz zu philosophischen Fragen der Naturwissenschaft Moskau 1970

Bearbeitet und herausgegeben von Siegfried Wollgast und Karl-Friedrich Teinz

1973 – 248 Seiten – 8° – 15,50 M

Bestell-Nr. 752 276 2 (6013)

Dieser Sammelband vereinigt Arbeiten hervorragender sowjetischer Naturwissenschaftler und Philosophen. Neben methodologischen Fragen werden die Probleme erörtert, die sich aus der stürmischen Entwicklung der modernen Biologie – insbesondere der Genetik – und anderer Wissenschaften ergeben. So wird das Verhältnis von theoretischer und experimenteller Forschung diskutiert und es werden Differenzierungs- und Integrationsprozesse in der Wissenschaft und neben vielfältigen anderen Bereichen auch Systembetrachtungen untersucht.

Bestellungen durch eine Buchhandlung erbeten

Proletariat in der BRD

Reproduktion – Organisation – Aktion

Herausgeber: Institut für Gesellschaftswissenschaften beim ZK der SED

624 Seiten – Mit 68 Tabellen und 21 Abbildungen – Leinen 14,50 M

Bestell-Nr.: 736 206 8 Bestellwort: Proletariat BRD

Das Autorenkollektiv stellt die Wechselbeziehungen zwischen dem quantitativen und qualitativen Wachstum des Proletariats und seiner Organisation und Aktivität im Klassenkampf unter den gegenwärtigen Bedingungen des staatsmonopolistischen Kapitalismus am Beispiel der BRD dar. Im Mittelpunkt steht die Darlegung jener Konsequenzen, die sich aus der Analyse der Widersprüche des Reproduktionsprozesses der Arbeitskraft als Ware, des Proletariats als Klasse für den gegenwärtigen Klassenkampf ergeben. In allen Abschnitten des Buches wird die Auseinandersetzung mit bürgerlichen, insbesondere opportunistischen Auffassungen geführt.



DIETZ VERLAG BERLIN
DDR-102 Berlin
Wallstraße 76–79

MARXISMUS DIGEST

Theoretische Beiträge
aus marxistischen
und antiimperialistischen
Zeitschriften

herausgegeben vom Institut für Marxistische Studien und Forschungen, Frankfurt/Main

Bisher erschienen:

- 1 Staatsmonopolistische Wirtschaftsregulierung – Inhalt, Formen, Methoden
Heft 1/1970 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1970,
168 Seiten, Neuauflage 5., Tausend
- 2 Neokolonialismus
Heft 2/1970 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1970,
158 Seiten, Neuauflage 4., Tausend
- 3 Ökonomische Reformen in den sozialistischen Staaten
Heft 3/1970 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1970,
146 Seiten, Neuauflage 4., Tausend
- 4 Friedrich Engels 1820–1970
Heft 4/1970 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1970,
164 Seiten, Neuauflage 4., Tausend
- 5 Wissenschaftlich-technische Intelligenz und Angestellte im Spätkapitalismus
Heft 1/1971 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1971,
160 Seiten, Neuauflage 5., Tausend
- 6 Geschichtstheorie und Geschichtsschreibung
Heft 2/1971 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1971,
135 Seiten, Neuauflage 5., Tausend
- 7 Neue Aspekte der Monopoltheorie
Heft 3/1971 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1971
222 Seiten, Neuauflage 5., Tausend
- 8 Entwicklung der antiimperialistischen Befreiungsbewegung in der Dritten Welt
Heft 4/1971 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1971, 165 Seiten
- 9 Erkenntnistheorie
Heft 1/1972 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1972,
167 Seiten, Neuauflage 6., Tausend
- 10 Strategie und Taktik des antimonopolistischen Kampfes in den Ländern
des staatsmonopolistischen Kapitalismus
Heft 2/1972 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1972, 181 Seiten
- 11 Inflation und Währungsprobleme im heutigen Kapitalismus
Heft 3/1972 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1972, 182 Seiten
- 12 Zur Soziologie der herrschenden Klasse
Heft 4/1972 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1972, 147 Seiten, 1 Falttafel
- 13 Pädagogik und Gesellschaft
Zu Grundkonzeptionen der Pädagogik in den sozialistischen Ländern
Heft 1/1973 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1973, 176 Seiten
- 14 Nationalisierung und demokratische Programmierung
Heft 2/1973 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1973, 148 Seiten
- 15 Bedürfnisse, Reproduktionsbedingungen der Arbeitskraft und Konsum
im Kapitalismus
Heft 3/1973 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1973, 144 Seiten
- 16 Zur Kritik der Psychoanalyse
Heft 4/1973 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1973, 138 Seiten
- 17 Staat und Herrschaftssystem im heutigen Kapitalismus
Heft 1/1974 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1974, 146 Seiten
- 18 Philosophie und Naturwissenschaften
Heft 2/1974 des Marxismus Digest, Frankfurt/Main 1974, 192 Seiten