

Naturgegeben oder frei erfunden? Wieviel Freiheit gibt es in der Physik?*

Hartmann RÖMER (Freiburg i. Br.)

Physikalische Gesetze gelten allgemein als das schlechthin Objektive. Sie sind, wie schon der Name „Gesetze“ andeutet, die Regeln, die das Verhalten der Natur mit eiserner Konsequenz und ohne die Möglichkeit irgendeiner Ausnahme bestimmen. Die Natur folgt ihren Gesetzen, unbekümmert um die Hoffnungen und Wünsche der Menschen. Gerade durch die Ausnahmslosigkeit, mit der sie ihren eigenen Gesetzen gehorcht, wird sie allerdings auch für den Menschen verlässlich, berechenbar und, wie die Entwicklung der Technik überreichlich belegt, in hohem Maße beherrschbar. Dem objektiven Charakter der Naturgesetze haftet für viele ein Zug von Menschenferne, ja Unmenschlichkeit an, der allenfalls noch von den Gesetzen der Mathematik übertroffen wird, die deutliche Verwandtschaft mit den physikalischen Gesetzen zeigen. Viele frösteln vor dem kühlen Schauer der Naturwissenschaft und wünschen sich im Innern ein „sanfteres Gesetz“, ohne Hoffnung auf Erfüllung ihres Wunsches.

In diesem Vortrag soll die Frage untersucht werden, inwieweit die Naturgesetze naturgegeben oder von Menschen gemacht sind. Wie, so fragt es sich, kann überhaupt der Gedanke aufkommen, die ehernen Naturgesetze seien in irgendeiner Weise Menschenwerk? Ist nur der verständliche Wunsch sein Vater, es möge in der Natur nicht gar so streng und menschenfern zugehen?

Festzustellen ist vorweg, daß die Naturgesetze auch und gerade in ihrer Strenge fundamentalen menschlichen Bedürfnissen nach Orientierung, Ordnung, Sicherheit, Verständnis, Sinngabung und Schönheit genügen und nicht nur eine furchteinflößende sondern ganz wesentlich und von Anfang an auch eine angstabbauende Funktion haben.

Außerdem werden Naturgesetze nicht so einfach in der Natur vorgefunden wie ein Goldklumpen von einem Goldsucher. Ihre Auffindung ist eine schöpferische geistige Leistung auf höchstem Niveau, und deutlich sichtbar tragen Naturgesetze oft den persönlichen Stempel ihres Entdeckers. Das gilt in beispielhaftem Maße etwa für die allgemeine Relativitätstheorie, die es ohne die Persönlichkeit Einsteins so sicher nicht und vielleicht überhaupt nicht gäbe.

Das wesentliche Argument für eine menschengemachte Komponente der Naturgesetze ist allerdings philosophisch-erkenntnistheoretischer Art. Es handelt sich letztlich um das alte Nominalismusproblem: Bezeichnen die Allgemeinbegriffe, mit deren Hilfe die Welt geordnet und verstanden wird, Realia oder sind sie nur Namen, Nomina? Da im Laufe der Geistesgeschichte der nominalistische Standpunkt aus guten Gründen immer mehr die Oberhand gewonnen hat, wird auch der eindeutig objektive Charakter der Naturgesetze fragwürdig.

Übrigens gibt uns, wenn wir genau hinhören, auch die Sprache einen Hinweis: „Gesetz“ ist nicht nur ein Vorgegebenes, Objektives, sondern eben auch ein „Gesetztes“, Gemachtes, Erdachtes und Eingesetztes.

Wir wollen die Frage nach dem Status der Naturgesetze für unsere Zwecke in drei Teilfragen untergliedern:

Frage 1 ist die Frage, von der wir ausgegangen sind.

Liegen die Naturgesetze in der Natur selbst oder sind sie ihr von Menschen aufgeprägt? Ist die Natur in sich schon strukturiert und gesetzmäßig geordnet, so daß der Naturwissen-

* Vortrag an der Katholischen Akademie Freiburg, 22. 06. 1997.

schaftler ihre Gesetze *entdeckt*, ihre Geheimnisse *entschleiert*? Oder ist die Natur primär form- und gestaltlos, so daß ihre Gesetze von Menschen erfundene Ordnungsschemata sind, die er ihr aufprägt oder überstülpt? Werden die Naturgesetze also nicht entdeckt sondern *aufgestellt*?

Frage 2 ist mit der ersten Frage eng verbunden ohne mit ihr identisch zu sein: Ist die Ordnung der Natur, wie sie sich in den Naturgesetzen zeigt, eindeutig oder gibt es mehrere verschiedene Ordnungsschemata von vergleichbarer Leistung? Daß dies nicht mit der Frage nach der Objektivität der Naturgesetze zusammenfällt, sieht man daran, daß Eindeutigkeit der Naturgesetze einerseits durch eine eindeutig-objektive Strukturiertheit der Natur bewirkt sein könnte, andererseits aber auch durch apriorische Strukturen, die dem menschlichen Erkenntnisapparat entstammen. Auch Mehrdeutigkeit der Naturgesetze kann die Existenz mehrerer konkurrierender gleichermaßen objektiv realer Ordnungen der Natur zur Ursache haben oder auch die Gestaltungsfreiheit des die Wirklichkeit strukturierenden Menschen zum Ausdruck bringen.

Frage 3 ist die Frage nach dem *Reduktionismus*, die wiederum weder mit Frage 1 noch mit Frage 2 gleichzusetzen ist. Reduktionismus ist die Annahme einer einheitlichen, möglichst aus wenigen allgemeingültigen Prinzipien und Gesetzen konstituierten Beschreibung der Wirklichkeit. Die Gegenposition ist die Annahme einer Vielfachheit von Beschreibungen für verschiedene Teilbereiche oder auch Aspekte der Wirklichkeit, die jeweils eigenen Gesetzen gehorchen. Die meisten Naturwissenschaftler glauben wenigstens an einen *ontologischen Reduktionismus*: Es gibt ein einheitliches (i.a. als materiell gedachtes) Substrat der Realität, also nichts wie einen zusätzlichen Lebens- oder Geiststoff. Materiell, nicht strukturell, ist die Wirklichkeit durch dieses Substrat vollständig erfaßt. Weitergehend ist die Annahme des *epistemologischen Reduktionismus*: Die Gesetzmäßigkeiten des Substrates legen sämtliche Gesetze für alle Bereiche der Wirklichkeit fest. Es herrscht also nicht nur materielle sondern auch nomologische Einheitlichkeit der Prinzipien. Noch weiter geht ein *deterministischer Reduktionismus*: Jede Erscheinung läßt sich nach Kenntnis eines Anfangszustandes durch Anwendung der Gesetze des Substrates vorhersagen und berechnen.

Unter den unendlich vielen Positionen, die man zu diesen drei Fragen einnehmen kann, wollen wir zwei extreme Standpunkte beschreiben und benennen, die uns für die darauf folgenden Erwägungen als Endpunkte einer Bewertungsskala dienen können.

Die erste Extremposition könnte man die *Position des Mechanisten* nennen. Die Naturgesetze sind objektive Gesetze der Natur und durch sie eindeutig bestimmt. Es gilt ein ontologischer und epistemologisch-deterministischer Reduktionismus: Die Gesetze der Materie, außerhalb derer es nichts real Seiendes gibt, legen nicht nur die Gesetze sondern auch den Ablauf aller Erscheinungen einschließlich derer des Lebens und des Geistes fest. Auch wenn diese Position aus der Sicht der heutigen Physik als veraltet erscheint, schwebt sie doch vielen als das eigentliche Weltbild der Physik und der Naturwissenschaft vor. Zwar handelt es sich eher um ein Zerrbild der Physik, aber das sogenannte mechanistische Weltbild ist auch heute noch Ausgangspunkt vieler Überlegungen zu Wesen und Funktion der Naturwissenschaften und zu ihrer Unterscheidung von den Geisteswissenschaften. Beispielhaft klar finden wir den mechanistischen Standpunkt etwa bei Laplace und de la Mettrie vertreten.

Die zweite Extremposition könnte man als die *Position des Künstlers* bezeichnen. In deutlicher Absetzung von dem als starr, lebens- und geistfeindlich verschrienen mechanistischen Weltbild und in Anlehnung an Vorbilder der ideographischen Geisteswissenschaften und der Kunst werden die Naturgesetze als freie ordnungs- und sinnstiftende Schöpfungen

des menschlichen Geistes angesehen. Es herrscht hierbei keinerlei Eindeutigkeit, und die Ordnungsvorstellungen wandeln sich mit der Zeit, der Person ihres Schöpfers, dem betrachteten Gegenstand und der Betrachtungsperspektive. Punktuell aufleuchtende Einzeleinsichten stehen neben großen Weltentwürfen, von einem irgendwie gearteten Reduktionismus kann keine Rede sein: Die Vielfalt der Ordnungsvorstellungen ist Abbild der Unerschöpflichkeit der Natur und der menschlichen Phantasie. Paul Feyerabend kommt mit seiner Philosophie der Wissenschaftsgeschichte diesem Standpunkt des Künstlers recht nahe.

Als Beispiel für die lebens- und sinnstiftende Tätigkeit der menschlichen Phantasie werden gern die Sternbilder genannt. Es ist der Mensch, der in die Verteilung der regellos am Himmel verstreuten Fixsterne Gestalten und Bilder hineinschaut, hier einen Skorpion, dort einen Schwan, einen Bären, einen Riesen, ein Kamel oder eine Ratte erblickt. Verschiedene Völker haben am Himmel ganz unterschiedliche Figuren erkannt, aber alle diese verschiedenen Deutungen leisten dasselbe: Sie machen die Regellosigkeit faßbar und begreifbar und erfüllen sie mit einem der je verschiedenen Vorstellungswelt gemäßen Sinn, und erweisen ihre Gestaltungskraft in den Gedanken und Mythen der Völker. Es handelt sich dabei nicht um bloße Hirngeburten, sondern durch ihre *Wirksamkeit* gewinnen diese Ordnungsbilder auch volle *Wirklichkeit*, und dies umso mehr, so wird oft gesagt, als Menschen grundsätzlich nichts anderes als Namen und Bilder und deren Verknüpfungen haben, um sich die Mannigfaltigkeit der Welt anzueignen und anzuverwandeln.

In ganz wunderbarer und klug gemäßigter Weise kommt die Position des Künstlers in einem von Rilkes Sonetten an Orpheus zum Ausdruck, das ich an dieser Stelle zitieren möchte.

Sieh den Himmel. Heißt kein Sternbild „Reiter“?
Denn dies ist uns seltsam eingeprägt:
dieser Stolz aus Erde und ein Zweiter,
der ihn treibt und hält und den er trägt.

Ist nicht so, gejagt und dann gebändigt,
diese sehnige Natur des Seins?
Weg und Wendung. Doch ein Druck verständigt.
Neue Weite. Und die zwei sind eins.

Aber sind sie's? Oder meinen beide
nicht den Weg, den sie zusammen tun?
Namenlos schon trennt sie Tisch und Weide.

Auch die sternische Verbindung trägt.
Doch uns freue eine Weile nun
der Figur zu glauben. Das genügt.

R.M. Rilke (Sonette an Orpheus, 1, XI)

Ich will hier keine vollständige Ausdeutung dieses wunderschönen, tiefgründigen und mir sehr lieben Gedichtes versuchen, möchte aber doch einige Gedanken ansprechen, die für unsere Überlegungen Bedeutung haben können:

Es beginnt mit einer Erwähnung der Sternbilder, die einerseits Schöpfungen der sinn-schaffenden menschlichen Phantasie, andererseits, gerade bei Rilke, auch überzeitliche, ewige Formen sind. Eines dieser Sternbilder könnte „Reiter“ heißen, und der Reiter und sein Pferd sind ein Gleichnis für das Verhältnis des Menschen zur Natur. Durch Begriffe und Bilder

zähmt der Mensch die Natur, zäumt sie gewissermaßen auf, und macht sie sich scheinbar so gehorsam und gefügig, daß sie jedem Schenkeldruck folgt, sogar willig zu folgen scheint. Diese Übereinstimmung aber ist gefährdet und fragwürdig. Die Natur des Seins ist nicht fugsam und stumpf, sondern sehnig, kraftvoll, autonom. Es besteht einerseits die Möglichkeit, daß die Natur sich wehrt, und dies ist in der Tat der Eindruck, der sich gegenwärtig angesichts von Umweltzerstörung und Zurückschlagen der Natur aufdrängt. Andererseits könnte der Glaube an eine Einheit des Menschen mit der von ihm beschriebenen Natur trügerisch sein. Beide meinen nicht den Weg, den sie zusammen tun: die Zähmung, die Beschreibung durch Bilder, kann völlig in die Irre gehen. Reiter und Pferd, Mensch und Natur: Namenlos trennen sie Tisch und Weide, also bereits Ort und Art ihrer alltäglichen Nahrung. Einfachste und wichtigste Bereiche der Lebenswirklichkeit des Menschen und der Realität der Natur bleiben unbenannt und unberührt. Indem aber diese Deutung des Verhältnisses von Mensch und Natur unter den Vergleich des Sternbildes gestellt wird, gerät sie selbst ins Schillernde. Dem Künstler bleibt die Freude am Wechsel der Formen und an der Ahnung, die sie in ihm wachrufen.

Zwischen den beiden Extremen, der Position des Künstlers und der Position des Mechanisten, wollen wir versuchen, eine angemessene Mitte zu finden. So groß meine persönliche Sympathie für die Einstellung Rilkes ist, und so wichtig mir die schöpferische Freiheit des Menschen ist, bin ich mir doch auch bewußt, welcher Gewinn in der Sicherheit eines festen Fundamentes der Naturwissenschaften liegt.

Eine Generalvoraussetzung für alle unsere Überlegungen zum Status der Naturgesetze sei ausdrücklich genannt. Jedes sinnvolle Reden über Naturgesetze erfordert die Einnahme einer realistischen Position:

Es gibt eine reale Außenwelt, und unsere Sinneseindrücke geben nicht nur von unserer Befindlichkeit, sondern auch vom Zustand der Außenwelt Kunde. Anders wären die Stabilität, Intersubjektivität und Verlässlichkeit dessen, was wir als Außenwelt erleben, kaum zu verstehen, alles Eigenschaften, die Traumgebilden abgeben. *Gegenstände* leisten, wie uns wieder einmal die Sprache lehrt, *Widerstand* gegen unseren Willen und unsere Willkür, sie sind nicht völlig in ihrem Verhalten verfügbar und gerade deshalb berechenbar und zuverlässig. Schon das Wort *Wahrnehmung* signalisiert ein für *wahr Annehmen* dessen, was uns unsere Sinne melden und deutet die unausgesprochene Annahme einer realistischen Position an. Wenn unsere Wahrnehmungen nur Träume wären, warum dann träumen wir die Dinge als außerhalb unserer selbst? Sogar ein kontrollierter Umgang mit solchen Träumen würde auf eine realistische Haltung hinauslaufen.

Diese realistische Grundposition bedeutet in keiner Weise eine Vorentscheidung für die Beantwortung der drei oben gestellten Fragen. Ein naiver Realismus, der unterstellt, die Welt sei in allen Zügen gerade so wie wir sie wahrnehmen, kann nicht mehr ernsthaft vertreten werden. Wir müssen uns darüber klar sein, daß alle unsere Wahrnehmungen ganz wesentlich theoriebehaftet sind:

Wahrnehmungen treten immer nur in geprägter Form auf, strukturiert durch den begrifflichen Apparat und das Vorverständnis, die allein das Koordinatensystem zur Registrierung und Einordnung unserer Sinneseindrücke bereitstellen. So naiv es wäre, unsere mannigfach überformten Wahrnehmungen als getreues Abbild der Außenwelt anzunehmen, so verfehlt wäre es andererseits, ihnen jeden objektiven Realitätsgehalt abzusprechen. Eine Mindestvoraussetzung für jeden sinnvollen Umgang mit dem Material unserer Sinneseindrücke ist die Einnahme einer Position des hypothetischen Realismus, die zuläßt und sogar erwartet, daß sich unsere Ordnungsvorstellungen unter dem Druck der Erfahrung verändern. Der Erfolg der Hypothese einer objektiv existierenden Außenwelt ist so überwältigend, daß an ihrer Richtigkeit kein Zweifel bestehen kann.

Die Physik stellt nun ein besonders weitgespanntes, in sich stimmiges und bewährtes Gedankengebäude dar, das mindestens einen sehr großen Bereich der Wirklichkeit mit Erfolg ordnet und beherrschbar macht. Dieser Bereich ist so groß, daß es sogar sinnvoll und üblich ist, von einem Weltbild der Physik zu sprechen, dessen Hauptzüge man wie folgt bezeichnen kann:

1. Ontologischer Reduktionismus: *Ein* materielles Substrat für die gesamte Wirklichkeit wird angenommen.

2. Hierarchischer Stufenbau der Realität: Auf der materiellen durch die fundamentalen physikalischen Gesetze beschriebenen Grundebene basieren mehrere höhere, nach steigender Komplexität geordnete Ebenen der Realität, die durch Wissenschaften wie Chemie, Biologie, Soziologie u. a. beschrieben werden.

Viele Naturwissenschaftler gehen in ihrer Weltanschauung weit über diese beiden Grundannahmen hinaus. Diese beschreiben nur den (fast) allen Naturwissenschaftlern gemeinsamen Kern ihrer Weltsicht.

Das so umrissene naturwissenschaftliche Weltbild erfüllt die oben genannten Bedürfnisse nach Ordnung, Verständnis, Sicherheit, Naturbeherrschung, Schönheit und Sinnhaltigkeit in hohem Maße. Das dürfte für die erstgenannten Punkte ganz unstrittig sein, während das Schönheits- und Sinnverlangen nicht dieselbe überzeugende Befriedigung finden.

Immerhin haben sich viele hervorragende Naturwissenschaftler, besonders auch Albert Einstein, der sich hierin auf Spinoza beruft, tief berührt von der herben Schönheit der physikalischen Gesetze gezeitigt, die der Schönheit der Mathematik mit ihren reinen, subtilen Formen so nahe steht, daß sich der Eindruck aufdrängt, das Buch der Natur sei in mathematischer Sprache geschrieben. Die Empfänglichkeit für diese Schönheit findet sich bemerkenswert oft zusammen mit musikalischer Begabung.

Das Sinnverlangen der meisten Menschen wird allerdings durch das Weltbild der Physik nicht vollständig befriedigt. Dies ist verständlich, da die physikalischen Gesetze keine direkten Aussagen über den Sinngehalt des Weltganzen machen und keine Anweisungen zum konkreten sittlichen Handeln geben, sondern allenfalls einer Haltung bescheidener und versunkener Bewunderung den Weg bereiten. An diesem Sinndefizit setzt gewöhnlich die Kritik des physikalischen Weltbildes ein, mit der wir uns auseinandersetzen haben.

Bevor wir beginnen, Argumente für die bereits umrissenen Referenzstandpunkte des Mechanisten und des Künstlers zum Status der Naturgesetze zu sammeln, wollen wir uns vor Augen halten, was bei einer Überspitzung in der einen oder anderen Weise auf dem Spiel steht: Der strikte Standpunkt des Mechanisten birgt die große Gefahr einer Verarmung und Vereinseitigung des Denkens und Fühlens bis hin zu ihrer Erdrosselung. Die Natur könnte auf das Prokrustisbett einer zu eng aufgefähten Methode gespannt und der Blick für ihren vollen Reichtum und ihre Mannigfaltigkeit getrübt werden. Außerdem droht eine Verkümmerng des Schönheits- und Wertempfindens.

Auch der Standpunkt des Künstlers birgt in seiner Überspitzung große Gefahren: Ein radikaler Zweifel an der Objektivität der Naturgesetze und ein Bestehen auf ihrem beliebigen, menschengemachten Charakter, eine Verachtung und Vernachlässigung naturwissenschaftlichen Denkens wegen seiner angeblich lebensfeindlichen Folgen könnte in einer Preisgabe der Errungenschaften naturwissenschaftlichen Forschens enden. Sicher würde man seine technischen Früchte noch eine Weile ernten, es sei denn, daß eine übergroße Technikfeindlichkeit auch dies verhinderte. Verloren gehen könnte aber sehr bald die zwar relative aber doch recht hohe Sicherheit und Verlässlichkeit im Umgang mit der physikalischen Natur und, schlimmer noch, der Sinn für das hohe Maß an Weltverständnis, die uns systematisches Denken und der Glaube an wenigstens teilweise objektive Gesetzmäßigkeiten der

Natur beschert haben. Man sollte auch die humanisierenden Wirkungen dieser Denkweise nicht unterschätzen. Im schlimmsten Falle könnte ein Abgleiten in ein Denken der Beliebigkeit die Schleusen für die schmutzige Flut des Okkultismus öffnen. Im übrigen bedeutet es eine möglicherweise gefährliche Unterschätzung der Natur und Überschätzung des Menschen, in der Wirklichkeit lediglich etwas Passiv-Ungeformtes zu sehen, das nur der Strukturierung durch den Menschen harzt.

Wir wollen nun einiges anführen, was für den Standpunkt des Künstlers und für eine menschengemachte und menschlicher Gestaltungsfreiheit überlassene Komponente der Naturgesetze spricht. Wir werden hierbei in der Tat auf einige, wie ich meine, sehr gewichtige, sogar zwingende Gründe stoßen.

Es läßt sich nicht bestreiten, daß sich Ordnungen und Gesetzmäßigkeiten nicht so einfach aus der Erfahrung gewinnen lassen, wie es ein naiv realistischer Standpunkt glauben machen will. Insbesondere entstammen die Begriffe, mit deren Hilfe wir gewisse Teilbereiche der Wirklichkeit strukturieren, nicht direkt der Erfahrung, sie gehen ihr vielmehr voran und werden an die Einzelerfahrungen herangetragen. Dies bleibt sicher wahr, unabhängig vom philosophischen Standpunkt zur Herkunft und Funktion der Begriffe und zur Art und Möglichkeit der Erkenntnis und der Rolle des Menschen hierbei. Nicht nur Begriffe, sondern auch Gesetzmäßigkeiten stammen nicht einfach und direkt aus der Erfahrung. Die logische Unmöglichkeit, eine allgemeine Gesetzmäßigkeit mit Sicherheit aus einer noch so großen endlichen Anzahl von Einzelbeobachtungen zu erschließen, ist als *Induktionsproblem* oder auch als *Verifikationsproblem* bekannt. Wir werden darauf noch zurückkommen.

Als Beispiele für wirklichkeitsstrukturierende Ordnungsvorstellungen, die sicher der gestaltenden Phantasie des Menschen entspringen, haben wir schon die Sternbilder genannt. Begriffe, die nicht einfach der Erfahrung entnommen sind und nicht nur wirklichkeitsbenennende und -strukturierende, sondern auch wirklichkeitskonstituierende Funktion haben, sind uns aus verschiedenen Bereichen der Wissenschaften, besonders aus den Geisteswissenschaften, wohlbekannt. Ein Begriff wie „Entwicklungsroman“ bezeichnet nichts, was in der Erfahrung simpel und platterdings vorgefunden wird und nur noch mit dem einzig passenden Namen belegt zu werden braucht. Ein solcher Begriff eröffnet eine besondere Sichtweise auf literarische Werke, schafft ein Stück Wirklichkeit und gewinnt sogar an Realität durch seine Rückwirkung auf die literarische Produktion. Weitere Beispiele für Begriffe ähnlicher Art und Funktion sind „Über-Ich“, „Markt“, „Autonomie“.

Das vorgegebene begrifflich-methodische Gerüst strukturiert unsere Wahrnehmungen und weist zukünftigen Fragestellungen und Untersuchungen die Richtung bis hin zur völligen Festlegung ihres Ergebnisses. Daß hierin eine erkenntnisbeschränkende Gefahr liegt, dürfte klar sein. Wirklich scheint in manchen Teilen der Geistes- und Sozialwissenschaften das Wort „Ansatz“ nur ein beschönigender Ausdruck für „Vorurteil“ zu sein. Das Dilemma, daß ein begrifflich-methodisches Gerüst einerseits unverzichtbar, wirklichkeitskonstituierend und erkenntnisleitend, andererseits blickverengend und ergebnisdeterminierend ist, stellt ein sehr schwieriges erkenntnistheoretisches Problem dar. Die philosophische Erkenntnistheorie ist sich dieses Problems seit der Kopernikanischen Wende Kants, die in Umkehrung der Kopernikanischen Wende der Astronomie den Menschen gerade in den Mittelpunkt rückte, voll bewußt. Mittel zur Lösung oder Milderung des Dilemmas werden vorgeschlagen.

Es gibt verschiedene Verfahren, die die Wahrnehmung von verfälschenden vorurteilsbehafteten und zufälligen Elementen reinigen sollen. Zu nennen wäre etwa Goethes Vorstellung vom reinen unverstellten Sehen. Durch Übung, Disziplinierung und Einstimmung werden Auge und Sinn in die Lage versetzt, in der Natur objektiv vorhandene Urformen von höchster Wahrheit und Wirklichkeit unmittelbar und klar zu sehen. Ihre Erkennbarkeit ist durch die Verwandtschaft vom Erkennenden und Erkanntem gesichert.

Nur erwähnen möchte ich Theorien direkter mystischer Wesensschau.

Eine andere Gruppe von Verfahren zur Reinigung von Wahrnehmungen geht von einem möglichst kleinen Bestand objektiver Grundbegriffe aus, mit dem Ziel, Vorentscheidungen durch begriffliche Vorprägungen zu vermeiden. Komplexere Begriffe werden dann aus den wenigen Grundbegriffen durch logische Operationen genau definiert. Ihre Bildung soll direkt durch das Datenmaterial nahegelegt oder gar erzwungen werden. Ein Beispiel ist das Bestreben, möglichst viel durch Maß und Zahl von Größen festzulegen, für die die Begriffsbildung als unproblematisch angesehen wird, um dann die weitere Entdeckung von Regelmäßigkeiten möglichst theoriefrei automatisierten vorausbestimmten Analyseverfahren zu überlassen. Ein solches Vorgehen kennt man in den Naturwissenschaften als Datenanalyse etwa mit Hilfe von Korrelationsbestimmungen an Meßdaten, in der Psychologie ist es in behavioristischen Ansätzen verbreitet oder als Faktoranalyse von Korrelationsmatrizen gebräuchlich.

Auch in den Geisteswissenschaften, etwa in der Soziologie, Linguistik oder Ethnologie, finden solche dem Anspruch nach ganz oder weitgehend vorurteils- und theoriefreie Methoden Verwendung, wenn versucht wird, zwischen gewissen einfachen Grundgrößen lediglich strukturelle Beziehungen zu registrieren. Diese mit dem Anspruch der Vorurteilsfreiheit vorgenommene Strukturanalyse, die Größen rein durch ihre Stellung in einem System zu bestimmen strebt und so zu Begriffen zu kommen hofft, die sich gewissermaßen von selbst aus dem untersuchten Gegenstand ergeben, wird oft als Strukturalismus bezeichnet. Es handelt sich hier um die objektivistische Seite des janusköpfigen Begriffs „Strukturalismus“, bei dem man gewöhnlich in erster Linie an eine Betonung der Freiheit und Konventionsabhängigkeit bei Theoriebildungen denkt.

Eine weitere Gruppe von Verfahren zur Beherrschung oder Unterdrückung subjektiver Voreingenommenheit als Fehlerquelle der Erkenntnis wird von der philosophischen Phänomenologie und Hermeneutik in höchst subtiler Weise entworfen. Ein wichtiger Begriff in diesem Zusammenhang ist der des hermeneutischen Zirkels: Im Lichte eines Vorverständnisses wird ein Untersuchungsgegenstand betrachtet, das Ergebnis der Untersuchung modifiziert das Vorverständnis und damit eventuell auch das Ergebnis bei einem neuen Durchgang der Analyse. Dieses so für die Geisteswissenschaften formulierte Verfahren hat auch für die Naturwissenschaften Bedeutung.

All diese mit dem Ziele höherer Objektivität entworfenen Strategien haben zweifellos ihre großen Verdienste für die Verminderung offensichtlicher Fehler durch Vorurteile, und sie werden wenigstens ansatzweise von jedem im täglichen Leben angewandt. Man darf von ihnen viel, aber nicht alles, also keine völlig Ausschaltung jedes subjektiven Elementes im Erkenntnisprozeß erwarten.

Vielleicht das wichtigste Verfahren zur Objektivitätssicherung von Begriffsbildungen und Theorien ist eine klug geplante systematische Absicherung durch Empirie. Die Naturwissenschaften verfügen über ein ganzes Arsenal solcher Methoden.

Eine Idealvorstellung geht davon aus, daß man als Basis ein System von möglichst theoriefreien empirischen Befunden wählt, Begriffsbildung durch einfach logische Operationen vornimmt, durch Induktion von Regelmäßigkeiten zur Hypothese von Gesetzmäßigkeiten gelangt, diese Gesetzmäßigkeiten durch weitere gezielte Experimente verifiziert und das System der sicheren Sätze auf diese Weise allmählich vergrößert. Einem solchen Vorgehen steht das schon erwähnte Induktionsproblem im Wege: Es ist prinzipiell unmöglich, eine allgemeine Gesetzmäßigkeit durch empirische Daten zu verifizieren. Eine abschwächende Modifikation besteht darin, auf die Verifikationsforderung zu verzichten zugunsten der Forderung nach Falsifizierbarkeit wissenschaftlicher Aussagen. Ein Gesetz wird dann hypothe-

tisch als richtig angenommen, wenn es falsifizierbar ist, aber bisher einer genügend großen Anzahl von ernsthaften Falsifizierungsversuchen ausnahmslos widerstanden hat. Aber auch diese Falsifikationstheorie wird, wie viele meinen, der Wirklichkeit wissenschaftlicher Forschung nicht gerecht. Erstens unterschätzt sie die Theorieabhängigkeit jeder Aussage, durch die die Möglichkeit einfacher Protokollsätze sehr zweifelhaft wird. Zweitens wird in der Wissenschaftspraxis mit guten Gründen ein einziger widersprechender Befund nicht als hinreichender Grund für die Verwerfung einer sonst vielfach bewährten Theorie angesehen, sondern nur als Warnung und Anlaß für weitergehende Untersuchungen. Drittens aber ist es gar nicht möglich, eine Einzelaussage durch eine Beobachtung zu falsifizieren. Verneint werden immer nur Geflechte, komplizierte Netzwerke von theorieabhängigen Aussagen. Es ist nicht möglich, eine der Empirie entstammende Unstimmigkeit einem bestimmten Knoten dieses Netzwerkes, einer einzelnen Aussage, zuzuschreiben. Was sich bewährt oder in Frage gestellt wird, ist das gesamte Netzwerk, also, streng genommen, das ganze dem Erkenntnisprozeß entsprungene Weltmodell. Dieses erscheint als eine kompliziert strukturierte Ansammlung von Theoriekonzepten mit Verankerungen in der Realität durch unzählige zwar theorieabhängige aber empirisch bestätigte Einzelaussagen. Jede Beobachtung fügt weitere Ankerpunkte hinzu und verändert u.U. das gesamte Netzwerk ein wenig. Ein solches Modell des wissenschaftlichen Erkennens, wie es etwa im holistischen Ansatz Quines oder im internen Realismus Putnams angestrebt wird, kommt den wirklichen Verhältnissen der Wissenschaft m. E. näher. Realistisch werden derartige Modelle mit Recht deshalb genannt, weil die Bewährung eines Theoriegeflechtes durchaus ein Zug der real vorhandenen Außenwelt ist. Sehr fraglich bleibt aber, in welchem Maße die empirischen Haftpunkte die Gestalt des gesamten Theoriegebäudes festlegen und ob nicht ganz verschiedene Weltmodelle denselben Grad an Bewährung und damit Realität aufweisen können.

Diese sich hier eröffnende Frage der Uneindeutigkeit der Beschreibung der Realität durch unterschiedliche Theoriegebäude, die eng mit der Reduktionismusproblematik zusammenhängt, ist auch in der Naturwissenschaft, insbesondere in der Physik, wohlbekannt. Was die physikalischen Grundbegriffe angeht, so haben wir bereits erwähnt, daß sie keineswegs einfach aus der Natur abgelesen werden. Die Entwicklung und letztendliche Klärung des Energiebegriffes, um ein Beispiel zu nennen, war ein derart komplizierter, wenig geradliniger und von mannigfachen Mißverständnissen und Irrwegen begleiteter Prozeß, daß man sich sehr wohl fragen kann, ob nicht auch ein ganz anderes Ergebnis möglich gewesen wäre.

Daß unterschiedliche Theorien dieselben Daten beschreiben können, ist vielfach belegt. So kann etwa in der Astronomie die Unterscheidung zwischen dem geozentrischen und dem heliozentrischen Standpunkt sicher nicht aufgrund der Beobachtung von Gestirnspositionen getroffen werden. Auch lassen sich sowohl die Newton-Einsteinsche Gravitationstheorie als auch die Epizykeltheorie des Ptolemäus nach geeigneter Weiterentwicklung gleichermaßen zur Berechnung der Planetenbahnen heranziehen. Es ist auch hier nicht der Grad der Übereinstimmung mit den Daten, der eine Entscheidung zwischen den Alternativen herbeiführt; diese fällt aufgrund andersartiger Kriterien, auf die wir noch zu sprechen kommen werden.

Noch wichtiger ist das Auftreten unterschiedlicher physikalischer Theorien mit verschiedenen, aber durchaus nicht völlig getrennten Anwendungsbereichen. Die *Thermodynamik* macht Aussagen über das Verhalten aller makroskopischen Systeme, die sich in den drei (oder vier) thermodynamischen Hauptsätzen zusammenfassen lassen. Der zweite Hauptsatz besagt, daß eine Grundgröße der Thermodynamik, Entropie genannt, im abgeschlossenen System niemals abnimmt. Der Anwendungsbereich der Thermodynamik ist gewaltig, und ihre Hauptsätze erreichen einen solchen Grad an Gewißheit, daß sie wohl niemals überholt und ungültig sein werden. Die Gesetze der Thermodynamik sind weitgehend unabhängig und völlig verschieden von denen der Mikrophysik elementarer Einheiten, die ebenfalls

Aussagen über das Ganze der physikalischen Welt macht. Eine Zurückführung der Thermodynamik auf Mikrophysik ist aus verschiedenen Gründen nicht gelungen:

Erstens erweist sich das Programm, die thermodynamischen Hauptsätze durch Hinzuziehen von Begriffen und Methoden der Statistik auf die Mikrophysik zurückzuführen, zwar als vielversprechend, aber auch als unerwartet schwierig. Es kann bis heute nicht als wirklich erfüllt angesehen werden.

Zweitens, und wichtiger, sind die Grundbegriffe der Thermodynamik, wie Temperatur und Entropie, nicht aus der Mikrophysik ableitbar. Es entspricht ihnen einfach nichts, was aus einem mikroskopisch betrachteten System ersichtlich und entnehmbar wäre, sie sind grundsätzlich andersartige Begriffe, deren Anwendbarkeit erst mit einem hohen mikroskopischen Komplexitätsgrad der betrachteten Systeme beginnt.

In den letzten Jahrzehnten hat sich mit der Theorie komplexer dynamischer Systeme, auch Chaostheorie genannt, eine weitere physikalische Disziplin entwickelt, die wie die Thermodynamik einen universellen Anwendungsbereich hat, dabei aber von der Mikrophysik ganz unterschiedliche Begriffsbildungen aufweist.

Wir sehen, wie hier bereits innerhalb des Bereiches der Physik das reduktionistische Programm der Aufstellung einer Grundtheorie eines mikroskopischen Substrates, aus der sich alle Gesetze der Physik ableiten lassen, scheitert. Noch weniger gelingt die Zurückführung von Realitätsebenen höheren Komplexitätsgrades auf physikalische Grundgesetze. Es ist hoffnungslos und auch gänzlich unangemessen, etwa Biologie ganz auf Physik zurückzuführen, und zwar nicht in erster Linie deshalb, weil eine Beschreibung biologischer Erscheinung mit mikrophysikalischen Begriffen von absurder Kompliziertheit wäre, sondern hauptsächlich deshalb, weil durch eine solche mikroskopische Reduktion das Eigentliche der Biologie verfehlt würde. Es treten in diesem Bereich der Wirklichkeit eben ganz andersartige Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten auf, die in der Mikrophysik kein Gegenstück haben, aber für den Bereich des Lebens gerade das Wesentliche bedeuten. Diese sogenannten eigentlichen Eigenschaften höherer Wirklichkeitsebenen sind es in erster Linie, die eine Reduktion von Biologie auf Physik unmöglich machen, von Geistes- und Gesellschaftswissenschaften ganz abgesehen.

Was hier scheitert, ist nicht ein ontologischer Reduktionismus sondern seine epistemologische Überspitzung. Es gibt keinen Grund zu der Annahme, das Verständnis der Realität als irgendwie gearteter den Gesetzen der Physik unterworfenen Materie sei unvollständig, und es gebe zusätzlich etwas wie einen Lebens- oder Geiststoff. Als undurchführbar erweist sich nur das Programm, die Gesetzmäßigkeiten aller Realitätsebenen auf Physik zurückzuführen, oder gar alle Erscheinungen mit physikalischen Mitteln vorzuberechnen.

Endgültig scheitert das epistemologisch-reduktionistische Programm an der Existenz strukturell irreduzibler Systeme. Es sind dies beispielsweise Systeme, die komplex genug sind, eine Turingmaschine zu enthalten. Es läßt sich zeigen, daß solche Systeme keine Redundanz mehr in bezug auf ihre Beschreibbarkeit enthalten: jede Beschreibung ihres Verhaltens hat mindestens dieselbe Komplexität wie eine einfache Registrierung der Folge ihrer Zustände. Schon relativ einfache Systeme erweisen sich als strukturell irreduzibel.

Eine vollständige nomologische Beschreibung der Welt müßte übrigens auch den Beobachter und Beschreiber mit einbeziehen, was das Tor zu den bekannten logischen Schwierigkeiten selbstreferentieller Systeme öffnet. Allein schon durch die idealisierende Abtrennung des Beobachters ergeben sich Einschränkungen für jeden epistemologischen Reduktionismus.

Aus der Unmöglichkeit des epistemologischen Reduktionismus beantwortet sich die oben aufgeworfene Frage Nr. 3 mit Rückwirkungen auf die beiden anderen Fragen. Zur Frage Nr. 2 nach der Eindeutigkeit der Beschreibung strukturierter Systeme ist ein interessantes

Teilgebiet der Mathematik von Bedeutung, das unter dem Namen ‚*Ramsey-Theorie*‘ bekannt ist, da einer seiner Ausgangspunkte ein im Jahre 1928 bewiesenes Theorem des englischen Mathematikers, Philosophen und Ökonomen Frank Plumpton Ramsey (1904–1930) war. Weitere richtungsweisende Beiträge aus der frühen Phase seiner Entwicklung stammen von den Ungarn Pal Erdős und György Szekeres und von dem Niederländer Bartel L. van der Waerden. Wieder einmal ist unser Vergleich von Gesetzmäßigkeiten und Sternbildern besonders hilfreich. Aus der Ramsey-Theorie folgt unter anderem, daß sich in jeder zufälligen oder auch regulären Anordnung von N Punkten in einer Ebene jede Figur mit beliebiger Genauigkeit findet, wenn nur die Anzahl N groß genug ist. Die erreichbare Genauigkeit wächst dabei mit N .

Jede Gestalt, jedes Sternbild, findet sich also in einer genügend großen Grundmenge von Punkten, so daß von vornherein klar ist, daß Eindeutigkeit der identifizierten Strukturen auf genügend großen Grundbereichen keinesfalls gegeben sein kann. Eine andere Aussage der Ramsey-Theorie ist die folgende:

Wir betrachten einen Kreis von N Personen. Kann garantiert werden, daß sich darunter eine Gruppe von drei Personen befindet, von denen entweder jeder die übrigen beiden kennt oder keiner den anderen. Es zeigt sich, daß dies ab $N = 6$ der Fall ist.

Allgemeiner: In einer Menge von N Elementen bestehe zwischen je zwei Elementen mindestens eine von R Relationen. Dann gibt es zu jeder Zahl n eine Teilmenge, so daß eine und immer dieselbe der R Relationen zwischen sämtlichen n Elementen der Teilmenge besteht, sofern nur N groß genug ist.

Wenn wir je zwei von N Punkten mit einer roten oder blauen Linie verbinden, dann werden sich rote oder blaue Dreiecke, Vierecke, Sterne und kompliziertere Figuren finden lassen, wenn N groß genug ist. Die kleinstmögliche Zahl N von der ab das Auftreten gewisser Teilstrukturen garantiert werden kann, heißt Ramsey-Zahl der Teilstruktur. Ramsey-Zahlen sind notorisch schwer berechenbar, sie wachsen aber sehr rasch mit der Komplexität der Teilstruktur an. Das sieht man besonders schön an einem Resultat von van der Waerden: Die ganzen Zahlen von 1 bis N mögen in irgendeiner Weise mit einer der Farben „Rot“ und „Blau“ belegt werden. Wir suchen nun nach einer arithmetischen Folge von n Gliedern in irgendeiner der beiden Farben. Wieder kann die Existenz einer solchen Folge garantiert werden für $N = N(n)$. Allerdings wächst $N(n)$ unvorstellbar schnell mit der Länge n der aufzufindenden arithmetischen Folge. Dieses außerordentlich rasche Anwachsen der Ramsey-Zahl mit der Komplexität der aufzufindenden Teilstruktur hindert uns daran, aus der Ramsey-Theorie ohne weiteres zu schließen, daß sich jede Struktur in der Wirklichkeit auffinden lasse. Immerhin gibt die Ramsey-Theorie ein starkes Argument gegen die Eindeutigkeit der Strukturiertheit großer Substrate und gegen die Möglichkeit völliger Unordnung. Außerdem liefert sie Hinweise, wie man die Frage nach der Existenz und Eindeutigkeit von Ordnungsstrukturen quantitativ angehen kann.

Wir haben nun eine ganze Reihe gewichtiger Argumente gegen die Eindeutigkeit und Objektivität von Gesetzmäßigkeiten und Ordnungen der Realität aufgeführt, allerdings nicht ohne jeweils auch auf Begrenzungen der Argumente hinzuweisen. Wir wollen nun einige Gründe für die Existenz objektiver Gesetze anführen, gewissermaßen Pluspunkte für den Mechanisten.

Zunächst ist festzustellen, daß sich einige Begriffe und Ordnungsvorstellungen bis hin zur Unvermeidlichkeit geradezu aufdrängen und nicht den Eindruck des Erfundenen, sondern den des Vorgefundenen erwecken.

Begriffe wie „Stern“, „Baum“ oder „Proton“ scheinen gewissermaßen harmlos und einfach ohne große Syntheseleistung aus der Realität abgelesen zu sein. Mir selbst ist ein amüsantes Beispiel einer sich aufdrängenden Form sogar im Bereich der Sternbilder begegnet. Wenn

man den Himmel mit dem Feldstecher zwischen Atair und Albireo oberhalb der einen Schwinge des Adlers und jenseits des kleinen Sternbildes „Pfeil“ im Bereich der Konfiguration „Füchsen“ durchmustert, dann stößt man, so wie auch ich eines mehr als zehn Jahre zurückliegenden Tages, auf eine Anordnung von Sternen sechster und siebter Größe, die sofort dadurch auffällt, daß sechs Sterne nahezu auf einer Linie stehen, was in so geringem Abstand und ohne sonstige dazwischentretende Sterne vergleichbarer Helligkeit wenigstens mir sonst nirgendwo aufgefallen ist. Gleich daneben steht eine hakenförmige Anordnung von vier weiteren Sternen. Als ich nun die kleine Konfiguration näher betrachtete, entfuhr mir die Äußerung: „Wie ein Kleiderbügel“. Wesentlich später las ich dann, daß das Gebilde in der Tat den Namen „Kleiderbügel“ trägt, ein schönes Beispiel für eine intersubjektive, wenn auch sicher nicht ganz unvermeidliche Form in diesem eher chaotischen Phänomenbereich.

Mehr noch als solchen schwer vermeidlichen Konstellationen, ja mehr sogar als den Begriffen „Stern“, „Baum“ und „Proton“ ist man geneigt, Grundbegriffen wie „Raum“, „Zeit“, „Substanz“, „Materie“, „Struktur“ oder den Gesetzen der Logik objektiven Charakter zuzuschreiben. Es fällt schwer, sie sich als bloße Erfindungen der menschlichen Phantasie vorzustellen, und man muß bei ihnen wohl allen Ersten mit der Möglichkeit mindestens eines apriorischen Kernes rechnen, über dessen Herkunft aus dem menschlichen Erkenntnisapparat oder einem objektiven Ideenreich man verschiedener Meinung sein kann. Gleiches gilt für Grundbegriffe und Strukturen der Mathematik. Auffallend ist nun, in wie starkem Maße gerade die Grunddisziplinen der Physik von Begriffen und Strukturen aus diesem unter apriorischem Verdacht stehenden Bereich Gebrauch machen.

Auch der im physikalischen Weltbild enthaltene Stufenbau der Wirklichkeit (Physik-Chemie-Biologie-Geisteswissenschaften) ist wohl mehr als eine bloße Aufprägung auf etwas im Grunde Formloses. Ein starkes Indiz dafür ist die Tatsache, daß nach allem, was wir wissen, diese Stufen im Lande der Evolution der Materie und des Lebens nacheinander in der Reihenfolge aufsteigender Komplexität entstanden sind, und daß die höheren Stufen die niedrigeren zur Voraussetzung haben. Auch ist die Evolution selbst wohl doch ein objektives Faktum und keine aufgeprägte Ordnungsvorstellung. Jedenfalls sehe ich nicht, wie man den gegenteiligen Standpunkt ohne bizarre Gewalttätigkeit vertreten kann.

Besonders zwingend scheinen mir die Argumente für die Objektivität und Eindeutigkeit *zeitlicher Formen* in Bereichen der Realität, in denen Wiederholbarkeit und im Prinzip unendlich häufige Kontrolle an der Erfahrung unter vergleichbaren Bedingungen möglich sind. Die Natur weist ihre erstaunlichsten und spektakulärsten Regelmäßigkeiten im Bereich zeitlicher Formen auf, und dies ist der eigentliche Bereich fundamentaler Physik. In einem Maße, das der antike oder der mittelalterliche Mensch nicht ahnen konnte, ist das Verhalten physikalischer Systeme vorhersehbar, kann aus gegenwärtigen oder vergangenen Zuständen auf zukünftige geschlossen werden. Die Naturgesetze beziehen sich in ihrer heutigen Form ganz überwiegend auf Korrelationen zwischen Zuständen zu verschiedenen Zeiten. Angestrebt werden gewöhnlich Vorhersagen, also Berechnung von zukünftigen Zuständen aus vergangenen, und die Naturgesetze konzentrieren sich bis zur Ausschließlichkeit auf die Formulierung kausaler Zusammenhänge. Das Verständnis der Anfangsbedingung, also des Zustandes zu einer gegebenen Zeit, ist nicht Gegenstand einer naturgesetzlichen Beschreibung; der Anfangszustand muß zur Kenntnis genommen werden, aus ihm werden dann Zustände zu anderen Zeiten berechnet. Der Kernbereich der physikalischen Gesetze beschreibt also eigentlich nicht, wie die physikalische Welt *ist*, sondern wie sie sich *verändert*. Diese Beschränkung im Bemühen nach Naturerklärung war durchaus nicht immer selbstverständlich und wird in unserer Zeit wieder stärker empfunden. Sie ist allein schon deshalb schwerwiegend geworden, weil mit der notwendigen Aufgabe eines durchgängigen nomologi-

schen Determinismus Anfangsbedingungen immer wieder erneut bestimmt werden müssen, während in einem vollständig deterministischen Weltmodell die Festlegung der Anfangsbedingungen zu einer Zeit ein für allemal genügt. Die Beschränkung auf Kausalbeziehungen bei der Aufstellung von Naturgesetzen hat aber auch ganz entscheidende Vorteile, die den Regularitäten in anderen Wissensbereichen fehlen:

Zunächst einmal läßt sich kaum bezweifeln, daß diese Regularität im Zeitlichen, die sich in der Möglichkeit der Aufstellung kausaler Gesetze zeigt, objektiven Charakter hat. Die Gesetzmäßigkeit selbst ist nicht menschengemacht, sondern liegt in der Natur.

Zeitlich-kausale Formen haben die besondere Eigenschaft, beliebig erweiterbar zu sein: man kann zu immer neuen Zeitpunkten Vorhersagen machen und Beobachtungen anstellen. Somit sind derartige zeitliche Muster von riesiger, potentiell unendlicher Größe und Komplexität. Wir haben aber gesehen, daß die Ramsey-Zahl mit der Komplexität des aufzufindenden Musters sehr stark wächst. Die unendlichen kausal-zeitlichen Muster, die durch physikalische Gesetze beschrieben werden, verdanken ihre Realisierung nicht einfach dem Ramseyschen Theorem. Ramseys Theorem ist auf sie nicht anwendbar, und die Vielfachheit realisierter zeitlicher Regularitäten in der Welt ist mit Sicherheit mindestens sehr stark eingeschränkt. Allerdings geht diese Einschränkung zunächst nicht bis zur völligen Eindeutigkeit. Wir haben ja gesehen, daß die Planetenpositionen zu jeder Zeit sowohl heliozentrisch als auch geozentrisch, sowohl mit den Epizyklen des Ptolemäus als auch mit der Gravitationstheorie Newtons richtig beschrieben werden können.

Den Ausschlag gibt hier erst ein weiterer wichtiger Zug der physikalischen Gesetze: Sie gehen weit über eine bloße Registrierung zeitlicher Regelmäßigkeiten hinaus und stellen sich als kausale Gesetze dar, die Ursachen und Wirkungen kennen und einen Erklärungsanspruch erheben. Es ist hier nicht nötig, eine Entscheidung über die philosophische Frage nach dem ontologischen Status und der Objektivität der Kausalität zu fällen. Wichtig ist nur, daß der Naturwissenschaftler in seiner Praxis mindestens hypothetisch in ähnlicher Weise vom Bestehen kausaler Zusammenhänge wie von der objektiven Existenz der Außenwelt ausgeht. Die Newtonsche Gravitationstheorie liefert eine kausale Erklärung für einen Phänomenbereich, von dem die Planetenbewegung nur ein kleiner Teil ist. Diese zusätzliche Erklärungs- und Verständnisleistung ist es, die die Newtonsche Theorie vor der Theorie des Ptolemäus auszeichnet. Im Rahmen der Newtonschen Theorie ist es klar, daß der heliozentrische Standpunkt der Realität näher kommt als der geozentrische. In „Wirklichkeit“ bewegen sich die Planeten um den Schwerpunkt des Sonnensystems, der ganz in der Nähe der Sonne liegt. Aus der Ptolemäischen Theorie läßt sich ein solcher Schluß nicht ziehen, ihr fehlt sogar die Eigenschaft der Falsifizierbarkeit, da jede Bewegung durch geeignet gewählte Epizykel beschreibbar ist. Wir sehen, daß durch diesen kausal deutenden, verstehenden Charakter die Naturgesetze entscheidend an Willkürlichkeit verlieren. In der Tat werden sie auch mit dem Fortschritt der Physik nicht einfach falsch, sondern behalten ihre Bedeutung zumindestens als Näherung.

Noch ein letztes gewichtiges Argument für die Existenz mindestens eines objektiven Kerns der physikalischen Grundgesetze gilt es anzuführen.

In der Geschichte der Physik war mehrmals zu beobachten, wie sich das gesamte begrifflich-methodische Gerüst dieser Disziplin verschoben hat, und zwar nicht aus Gründen der Laune oder der Mode, sondern großenteils gegen Willen und Erwartung der Forscher unter dem Zwang der Tatsachen. Der schwierige Weg des Wandels und der Klärung des Energiebegriffes mag als erstes Beispiel genannt werden. Sicher war mit Energie zunächst etwas ganz anderes gemeint, und im Vergleich dazu hat der Begriff sicher eine Verengung erfahren. Es läßt sich aber kaum bestreiten, daß eine empiriegeleitete Entwicklung in Richtung höherer Adäquatheit stattgefunden hat. Eine noch deutlichere Sprache sprechen die radika-

len Umwälzungen der Physik dieses Jahrhunderts, die Quanten- und Relativitätstheorie hervorgebracht haben. Solche Verschiebungen des begrifflichen Gerüsts unter dem Druck experimenteller Befunde wären nicht zu verstehen, wenn die physikalischen Grundgesetze und -begriffe nur vom Menschen aufgeprägte Ordnungsvorstellungen wären, zumal die Tendenz der Entwicklung der zeitgenössischen Physik geradezu eine Tendenz der Loslösung von allen Anthropomorphismen und hin zu immer ungewohnteren, überraschenden, aber wohlgeordneten Strukturen erkennen läßt. Ist nicht die einleuchtendste Erklärung dieser Tatsache die, daß die Natur selbst uns ein wenig mehr von ihren eben nicht menschenähnlichen Strukturen zu erkennen gibt? Haben wir hier nicht so etwas wie einen funktionierenden, die Erfahrung einbeziehenden hermeneutischen Zirkel?

Erinnern wir uns an das zu Beginn zitierte Gedicht Rilkes:

Die Natur tritt dem Menschen, der sich denkend um sie bemüht und im Umgang mit ihr zu einer gedeihlichen Beziehung kommen möchte, „sehlig“ gegenüber, wie ein kraftvolles Pferd, das den Reiter abwirft, wenn er es in eine ganz unpassende Richtung zu drängen versucht, und allenfalls kleine Fehleinstellungen gleichmütig oder gutmütig duldet.

Mir persönlich erscheint ein solches Gegenüber für das menschliche Denken auch erfreulicher als eine zwar objektiv existierende, aber sonst gestaltlose Molluske, die jedwede Form annimmt, die man ihr überstülpt.

Wir haben es mit einem ungebärdigen und sensiblen Partner zu tun, der in gewissen Teilen, nämlich in dem, was wir als fundamental erkennen, sehr feste überraschende Strukturen zeigt, die uns kaum mehr als die Wahl lassen, ob wir überhaupt Physik treiben sollen oder nicht. Wegen der völligen Unmöglichkeit eines epistemologischen Reduktionismus bestimmen diese Grundstrukturen aber nicht unser Verständnis der übergeordneten komplexen Ebenen der Realität. Diese Schichtung hat erstens selbst objektiven Charakter und zweitens herrschen bei aller Rigorosität im Fundamentalen und Reproduzierbaren, im Komplexen und Einmaligen schöpferische Gestaltungs- und Interpretationsfähigkeit.

Kein Naturgesetz legt fest, wie ich die Gestalt einer Wolke deuten, ein Gedicht interpretieren oder diesen Vortrag anlegen soll.

Wir können an der Natur sowohl ihre strenge Ordnung als auch deren farbigen Abglanz in unendlich interpretierbarer Mannigfaltigkeit bewundern.