

RENATE WAHSNER

Naturwissenschaft

Bibliothek dialektischer Grundbegriffe

Bisher erschienene Bände

Christoph Hubig | Mittel
Werner Rügemer | arm und reich

In Vorbereitung

Michael Weingarten | Leben (bio-ethisch)
András Gedö | Philosophiegeschichte
Hans Heinz Holz | Widerspiegelung
Angelica Nuzzo | System
Jörg Zimmer | Reflexion
Volker Schürmann | Muße
Hermann Klenner | Recht
Thomas Metscher | Mimesis
Michael Weingarten | Wahrnehmen
Gerhard Pasternack | Dekonstruktion
Andreas Hüllinghorst | Interpretieren

Edition panta rei | *πάντα ῥεῖ*

Bibliothek dialektischer Grundbegriffe

herausgegeben von Andreas Hüllinghorst

Band 2 | Renate Wahsner | Naturwissenschaft

2., überarbeitete Auflage

[transcript]

Die **Bibliothek dialektischer Grundbegriffe** ist eine Einführungsreihe in verschiedene Ansätze dialektischen Philosophierens. Weitere Informationen zur Reihe insgesamt als auch zu Autoren und einzelnen Bänden erhalten Sie auf der Internetseite:

www.transcript-verlag.de/main/prg_pan_edi.htm.

Die **Bibliothek dialektischer Grundbegriffe** kann auch **abonniert** werden. Bitte wenden Sie sich an Ihre Buchhandlung oder direkt an den Verlag. Jeder Band kostet dann nur noch 5,50 € (plus Porto).



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 3.0 License.

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© 2002 transcript Verlag, Bielefeld

1. Auflage 1998 Aisthesis Verlag, Bielefeld

Satz: digitron GmbH, Bielefeld

Druck: Majuskel Medienproduktion GmbH, Wetzlar

ISBN 3-933127-95-5

Inhalt

- 6** | Prolog
- 8** | Die Wissenschaft von der Natur. Was ist Natur?
- 12** | Der neuzeitliche Umbruch
- 15** | Nebenbemerkung: Physik als Modell?
- 17** | Der Atomismus als naturwissenschaftliches Denkprinzip
- 23** | Das Prinzip wissenschaftlicher Erfahrung.
Der Unterschied zwischen konkretem Naturgegenstand
und Gegenstand der Naturwissenschaft
- 32** | Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch
- 35** | Moderne Naturwissenschaft und philosophische
Erkenntnis
- 40** | Verschuldet die Naturwissenschaft die inhumane
Gestaltung und Anwendung der Technik?
- 45** | Der eigenständige epistemologische Status
der Naturwissenschaft
- 49** | Weiterführende Literatur

Prolog | *Vom philosophischen Begriff der Naturwissenschaft, vom philosophischen Begriff einer empirischen Wissenschaft hängt sowohl das Konzept einer Dialektik ab als auch die Rolle philosophischer Forschung für die Beantwortung fundamentaler naturwissenschaftlicher Fragen.* Diese These ist nicht unbestritten. Im Gegenteil.¹ Man fürchtet, mit dieser Aussage das Konzept der Dialektik in Frage zu stellen. Das wird es, aber das muss man nicht fürchten, wenn man eine dialektische Philosophie als eine wissenschaftlich begründete ansieht. In Frage stellen heißt zudem nicht liquidieren, sondern zu fragen, *wie* die Dialektik zu konzipieren ist. Die Antwort hierauf muss man selbstredend von verschiedenen Seiten her suchen. Einer der Zugänge zu der Antwort, der keinesfalls ausgelassen werden darf, der bislang aber stark vernachlässigt wurde, ist der über den philosophischen Begriff der Naturwissenschaft.

Nun liegt mit Hegels System zweifelsfrei eine ausgearbeitete dialektische Naturphilosophie vor, doch ist man sich über die Mangelhaftigkeit dieser Naturdialektik weitgehend einig (wenn auch aus verschiedenen Gründen). In der Nachfolge Hegels wurden in einer umfangreichen Literatur alternative Ansätze vorgestellt und entsprechende Untersuchungen durchgeführt. Genannt sei aus der Fülle – wegen seiner Originalität – das Büchlein von Pierre Jaeglé über Grundfragen naturwissenschaftlicher und philosophischer Erkenntnis. Jaeglé hat vor allem das Problem, um das es geht, sehr deutlich gemacht. Seinem Ausweg kann man hingegen nicht beipflichten. Denn er irrt, wenn er meint, die Berücksichtigung der »Ungeschichtlichkeit physikalischer Gesetze« würde implizieren, die Dialektik nicht mehr als Theorie der Geschichtlichkeit konzipieren zu können.² Die Dialektik muss – darin hat er recht – das Verhältnis der messenden und rechnenden Naturwissenschaft zur Dialektik genauer untersuchen und kann sich nicht mit den bisherigen Bestimmungen zufrieden geben. Man kann aber nicht – in Umkehrung von Hegel – die Philosophie den an die Naturwissenschaft zu stellenden Anforderungen unterwerfen. Dies geht auch nicht mit der Ein-

1 | Vgl. H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Notwendige Bemerkung zu einer Polemik, in: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 35(1987), S. 458–460, sowie die dort genannte Literatur.

2 | Vgl. P. Jaeglé, Raum und Zeit. Grundfragen naturwissenschaftlicher und philosophischer Erkenntnis, Köln 1980, S. 59 f., 88 ff., 93 ff., 110 f.

schränkung, man solle dies tun, nur soweit sich die Philosophie auf die Natur bezieht. Denn damit wird eine Teilung der Welt gefordert, die den Basisgedanken der Philosophie untergraben würde.

Der Grund für Jaeglés Irrtum wie auch für die auf ähnlichen Überlegungen basierende Kontroverse, ob Dialektik einen ontologischen Gehalt habe oder reine Weltanschauung sei, ob sie auch für die Natur gelte oder nur für die Gesellschaft, liegt in der Verkennung des Gegenstandes der Physik bzw. der Naturwissenschaft überhaupt, in der Verkennung des spezifischen epistemologischen Status einer messenden und rechnenden Wissenschaft und der mangelhaften Unterscheidung von Philosophie und Naturwissenschaft.³ Bislang ist es im Wesentlichen so: Entweder man akzeptiert die Spezifik der Physik (etwa die Ungeschichtlichkeit ihrer Gesetze), dann überträgt man dies auf die Potenzen der Philosophie und leugnet die Möglichkeit eines dialektischen Naturkonzepts. Oder man leugnet *de facto* die Spezifik der Physik, negiert, dass ihre Objekte nicht unmittelbar durch die konkreten, wirklichen Naturgegenstände gegeben sind, dass sie Gedankendinge, genauer: messtheoretisch bestimmte Verstandesgegenstände⁴ sind, dann vulgarisiert man das dialektische Konzept der Natur.

Für eine konstruktive Aufhebung der Hegel'schen Dialektik ist es unabdingbar, diesen Mangel zu erkennen. Gewiss muss eine dialektische Philosophie die Trennung von empirischer mathematisierter Naturwissenschaft und Philosophie aufheben, aber sie muss es tun, indem sie die Unterscheidung der Getrennten voraussetzt (und bestimmt)⁵, und zwar nicht nur als eine

3 | Vgl. die Diskussion zwischen Jean Paul Sartre (1905–1980) und Jean Hyppolite einerseits, Roger Garaudy und J.-P. Vigier andererseits in: A. Schmidt, *Der Begriff der Natur in der Lehre von Marx*, Frankfurt a.M. 1974; G. Lukács, *Was ist orthodoxer Marxismus?*, in: ders., *Geschichte und Klassenbewußtsein*, in: *Frühschriften*, Bd. 2, Neuwied, Berlin 1968, S. 175.

4 | Die in Anknüpfung an Hegel gewählte Bezeichnung ›Verstandesgegenstand‹ ist nur dann ganz korrekt, wenn man den Begriff *Verstand* modifiziert – gemäß den Konsequenzen, die sich aus der Aufhebung der Hegel'schen Identifizierung von analytischer und messtheoretischer Methode ergeben.

5 | Es sei hier bemerkt, dass zwischen den Begriffen *trennen* und *unterscheiden* unterschieden werden muss. Um eine Trennung, also die Vereinze-

historisch einmal berechtigt gewesene, sondern als eine zu jedem Zeitpunkt erforderliche.⁶ Dies impliziert viele Fragen: Sind empirische Wissenschaften empiristisch? Verdrängt die sich vervollkommnende Naturwissenschaft die Philosophie? Müssen oder können die Naturwissenschaften dahin kommen, sich selbst zu begreifen? Ist die Quantenmechanik oder die moderne Biologie dialektischer als die klassische Mechanik? Gibt es ein rein naturwissenschaftliches Weltbild? Erarbeitet die Philosophie Hypothesen, die die Naturwissenschaften dann bestätigen (oder auch nicht)? Gibt die Dialektik vor, wie die Naturwissenschaften eigentlich sein müssten? Sind die Naturwissenschaften reine Verstandeswissenschaften? Sind die Naturwissenschaften schuld an der inhumanen Gestaltung und Anwendung der Technik? Müssen die ›kalten und harten‹ Naturwissenschaften humanisiert oder feminisiert werden? Können sie es?

Das Alltags-
bewusstsein
von Natur

Die Wissenschaft von der Natur. Was ist Natur? | Zunächst kann man sich gewiss darauf einigen, dass die Naturwissenschaften die Wissenschaften von der Natur sind. Doch was ist Natur? Dies scheint evident zu sein. Natur ist die Welt, der Kosmos im Unterschied zu Gesellschaft. Natur ist, wo keine Menschen sind oder Menschen wenig verändert haben. Vor allem außerhalb der Industrie empfindet sich der Mensch in der Natur, weil er unter Natur die vom Menschen unberührte oder zumindest die von ihm nicht wesentlich veränderte Natur versteht, und weil er die Industrie bzw. die Technik als Zerstörung oder Verschandelung der Natur sieht. Dabei ist auch im Alltagsbewusstsein an sich klar, dass der Mensch nur durch das Verändern der Natur zum Menschen geworden ist und dass sich dieses Verändern im Arbeitsprozess, in der Sozietät vollzieht, mithin das, was dem Menschen als Natur erscheint, nicht so ganz unabhängig von dem sein kann, was er selbst ist.⁷

lung der Unterschiede, aufzuheben, ist die (beizubehaltende) Unterscheidung geradezu die Voraussetzung.

6 | Ausführlicher dazu R. Wahsner, Ist die Naturphilosophie eine abgelegte Gestalt des modernen Geistes?, in: Die Natur muß bewiesen werden. Zu Grundfragen der Hegelschen Naturphilosophie, hg. v. R. Wahsner und Th. Posch, S. 9–32, Frankfurt a.M., Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Wien 2002.

7 | Alfred Polgar (1873–1955) karikiert diesen Zwiespalt sehr treffend:

In der Tat ist der Begriff *Natur* alles andere als trivial.⁸ Im mythischen Weltbild der alten Griechen gab es einen solchen Begriff nicht. Wurde all das gemeint, was den Menschen umgibt, so zählte man nacheinander auf: Erde, *τάραρος* (*tartaros*, Unterwelt, Schattenreich), Meer, Himmel. Diese Sphären wurden so grundsätzlich voneinander getrennt, dass der Übergang von einer zur anderen unter normalen Umständen nicht möglich war. Einen alle Sphären umfassenden Begriff hatte man noch nicht.⁹

Natur zu denken setzt voraus, einen Zusammenhang alles Bestehenden erkannt zu haben. Der Naturbegriff entwickelte sich erst mit dem gegen die Mythologie gerichteten Bestreben, das Werden und Vergehen aller Dinge und Erscheinungen *rational* zu erklären. Die ionische Naturphilosophie fand diese Erklärung in dem durch die *ἀρχή* (*arche*), den ›Urstoff‹, gegebenen

»Ringsherum ist lauter Landschaft. Es grünt und blüht wie im Liede, der See haucht seinen angenehmen, aus kühl, tief und naß komponierten Atem in die Poren der Haut und der Seele, die sie umspannt, dunkle und lichte Berge schwingen ihre starren Wellen in die Luft, von weither tönt Geräusch des Orts, von nahe her Vogelstimmen und die dünne Musik der kleinen animalischen Geschäftigkeiten in Baum und Gras. – Das nennen wir Natur. Der granitne Fels gehört auch dazu. Aber wenn er, in Würfel geschnitten, den Boden der Stadt pflastert, zählt er nicht mehr als Natur. Das Rind, großäugig sein Futter wählend, ist geradezu unentbehrlich in der Statisterie des Naturschauspiels. Noch wenn es zur Bahn getrieben wird, den vielverschlungenen Weg hinab, ist es Natur. Im Viehwagen dann schwindet so ziemlich das Naturhafte. Und über die Brücke zum Schlachthaus trabt das Rind bereits völlig denaturiert, als Ding des städtischen Kreislaufs, und niemand bemerkt, daß es großäugig ist« (A. Polgar, *Natur*, in: *Die Mission des Luftballons*, Berlin 1975, S. 347).

8 | Vgl. H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Stichwörter »Kosmos« und »Kosmologie«, in: *Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften*, hg. v. H.J. Sandkühler, Hamburg 1990; R. Wahsner, Was ist die Natur?, in: *Wissenschaft und Fortschritt* 26(1976), S. 344–349; dies., *Mensch und Kosmos – die copernicanische Wende*, Berlin 1978; dies., *Zur Kritik der Hegelschen Naturphilosophie. Über ihren Sinn im Lichte der heutigen Naturerkenntnis*, Frankfurt a.M., Berlin, Bern, New York, Paris, Wien 1996, S. 21–25, 116–123.

9 | Vgl. F. Jürß, Die materielle und naturgesetzliche Einheit des Kosmos in der antiken Philosophie, in: *Philologus. Zeitschrift für klassische Philologie* 118(1974), S. 185.

allgemeinen Zusammenhang. Durch die ἀρχή, die Materie, aus der alles entsteht, wird die Welt zu einem zusammenhängenden Ganzen, zur φύσις (*physis*), zur Natur.

Der Begriff *Natur* bildete sich heraus, als sich der Mensch von seiner Außenwelt abhob und sich dessen auch bewusst wurde. Er erreichte diese Stufe mit dem Niedergang der urgesellschaftlichen Naturalwirtschaft. Die Beziehungen zwischen den Menschen, die auf der Produktion von reinen Gebrauchswerten beruhten und durch übersichtliche persönliche Verwandtschaftsbande geregelt wurden, verschwanden. An ihre Stelle traten neue, durch die aufkommende Warenproduktion geschaffene Bindungen. Charakteristisch wurden jetzt Beziehungen, die die Menschen als Warenbesitzer über den Markt (also nicht über natürliche Verwandtschaftsbande) zusammenführten.¹⁰ Den Menschen jener Zeit wurde so bewusst, dass sie etwas anderes sind als reine Naturdinge, aber auch, dass es das Handeln bestimmende unbeeinflussbare Gesetze gibt, die die Einzelwesen und Einzeldinge miteinander verknüpfen. Beide Aspekte meinten sie, wenn sie *Natur* dachten. Die Geburtsstunde dieses Begriffs ist identisch mit der der Philosophie und der Naturtheorie.

Der geozentrische
Naturbegriff

Allerdings bedurfte es noch tief greifender Änderungen im Denken des Verhältnisses Natur – Mensch – Gott (resp. Unendliches, Übersinnliches), um zu einem Naturbegriff zu gelangen, der als Basis einer Naturwissenschaft im heutigen Verständnis des Wortes geeignet war. Die Sinnwandlung des Begriffs *Natur* in seinen verschiedenen Etappen von der Antike über das Mittelalter zur Neuzeit bis zur Gegenwart zu verfolgen, wäre sehr aufschlussreich und eigentlich auch notwendig, um zu verstehen, was Naturwissenschaft ist; es würde hier aber den Rahmen sprengen.¹¹ Erwähnt sei nur noch, um die *Problematik* des Naturbegriffs zu veranschaulichen, die antike Grundansicht. Sie ist geozentrisch fundiert. Was ›Physik‹ heißt ist Naturphilosophie.

10 | Vgl. z. B. G. Thomson, *Die ersten Philosophen*, Berlin 1961.

11 | Es wäre beispielsweise notwendig, die Entwicklung des Naturbegriffs von Galileis *Buch der Natur* zu Marxens Konzept, wonach die Industrie das wirkliche geschichtliche Verhältnis der Natur und daher der Naturwissenschaft zum Menschen ist (vgl. *Ökonomisch-philosophische Manuskripte*, in: K. Marx und F. Engels, *Werke*, Ergänzungsband. Erster Teil, Berlin 1968, S. 543), in ihrem erkenntnistheoretischen und sozialen Gehalt zu analysieren, einschließlich ihrer heutigen Rezeption.

Diese läuft in ihrer späteren Phase auf eine Zweiweltentheorie hinaus, nach der die Körper in der Sphäre oberhalb des Mondes aus einem ganz anderen Element bestehen und sich nach ganz anderen Geboten bewegen als die sublunaren Körper. Hiernach gibt es keine einheitliche Gesetzmäßigkeit der den Menschen umgebenden Welt, sondern eine Wertordnung von niederen und höheren Sphären. Eine die gesamte menschliche Außenwelt umfassende Physik als Wissenschaft von der Natur konnte sich so nicht herausbilden. Die antike Mechanik galt als Technik, als ein Wissen über das Allgemeine des Tuns, nicht des Seins (das von der ›Physik‹ behandelt wurde). Irdische und kosmische Prozesse galten nur als geometrisch miteinander vergleichbar (siehe die geometrisch-kinematische Astronomie), nicht dynamisch bzw. physikalisch.

Das feudale Mittelalter übernahm dieses geozentrische Weltbild und erniedrigte es zum Dogma. Es machte aus den wertgestaffelten Sphären ein Diesseits und ein Jenseits; und fortan galt nur noch das Diesseits, das Irdische, als Natur. Die Renaissance – die Periode des sich entwickelnden Handelskapitals, der Herausbildung der bürgerlichen Gesellschaft – durchbrach dieses Menschen- und Naturbild. Sie überwand die Kluft, die das feudale Mittelalter zwischen Mensch und Natur, zwischen Erde und Kosmos aufgerissen hatte, fasste nicht nur den Menschen, sondern auch die Natur als beseelt auf, den Menschen aber nicht nur als beseeltes, sondern auch als sinnliches, d. h. natürliches Wesen, und bejahte diesen Naturcharakter des Menschen.

Der heliozentrische Naturbegriff

Diese Gleichsetzung von Mensch und Natur, die auf beiden Seiten das technische Verhalten einschloss, wurde ihrerseits zur Voraussetzung für die theoretische Naturforschung, für eine Wissenschaft von der Natur. Als empirische Wissenschaft gewinnt diese ihre Erkenntnis durch Messung. Jede Messung aber ist ein Vergleich, letztlich ein Vergleich zwischen Mensch und Natur. In dem Ausmaß, in dem sich der Mensch als natürliches Wesen, als natürlicher Gegenstand behauptet, in dem Ausmaß wird die Natur zum physikalischen Gegenstand gemacht.

Mit der durch die copernicanische Wende geborenen Einsicht, dass die Erde kein ausgezeichneter Ort im Weltall ist, nicht sein Zentrum, folgte recht bald die Erkenntnis, dass die Himmelskörper keine idealen geometrischen Körper (Körper höheren Ranges) sind, sondern profane Gebilde aus Stein und Staub, konkrete Körper mit individuellen physikalischen Eigenschaften.

Sind irdische und kosmische Körper aber prinzipiell gleichartige Dinge, muss es möglich sein, auf der Erde gewonnene Erkenntnisse über Zusammenhänge zwischen irdischen Objekten auch auf die Bewegung der Himmelskörper anzuwenden und umgekehrt. Als Synthese experimenteller Untersuchungen der Bewegung irdischer Massen und der theoretischen Astronomie, als Synthese der Theorie von den Kräften der Hand (antike Mechanik) und der Theorie von den Kräften der Natur (antike Naturphilosophie) entwickelte Isaac Newton (1643–1727) die erste Naturwissenschaft im neuzeitlichen oder im heutigen Sinne des Wortes, die klassische Mechanik.¹² Diese Wissenschaft setzte die naturgesetzliche Einheit von Erde und Kosmos voraus und bestätigte sie.

Dass die Dinge und Erscheinungen *universell* vergleichbar, mithin etwas Gleichartiges sind, ist uns heute selbstverständlich, so selbstverständlich, dass wir es als Voraussetzung gar nicht erkennen, nicht erkennen, dass die heutige Naturwissenschaft auf dieser grundlegenden philosophischen These beruht. (Damit erkennen wir auch nicht die Grenze dieser Voraussetzung.)

Der kategoriale **Der neuzeitliche Umbruch** | Mit der ersten Naturwissenschaft Wechsel im heutigen Sinne, der klassischen Mechanik, wurde nicht nur die Trennung von Himmel und Erde aufgehoben, sondern auch die von Natur und Kunst resp. Technik. Ihre Begründung ging mit einem sozialen und weltanschaulichen Umbruch einher, der sich in einer kategorialen Neufassung der Welt niederschlug. Dieser kategoriale Wechsel, der die neuzeitliche Denkweise im Unterschied zu der antiken charakterisiert, wird bestimmt als Übergang von der Verwendung des Denkmittels der Substantialität zu der des Denkmittels der Variabilität oder als Umbruch vom Substanzendenken zum Funktionsdenken.¹³ Beruhte die antike

12 | Vgl. z.B. H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Die Natur technisch denken? Zur Synthese von τέχνη und φύσις in der Newtonschen Mechanik oder das Verhältnis von praktischer und theoretischer Mechanik in Newtons Physik, in: Zur Kultur der Moral. Praktische Philosophie in der posttraditionalen Gesellschaft, hg. v. M. Weingarten, Berlin (im Druck), auch: Preprint 87 des Max-Planck-Institut (MPI) für Wissenschaftsgeschichte, Berlin 1998, sowie die darin zitierte Literatur.

13 | Vgl. K. Laßwitz, Geschichte der Atomistik, Hamburg, Berlin 1890; E. Cassirer, Substanzbegriff und Funktionsbegriff. Untersuchungen über die

Philosophie auf der kategorialen Fassung substantivierter Eigenschaften (das Bewegliche, das Wahre, das Gute, das Schöne), so die neuzeitliche auf der kategorialen Fassung substantivierten Verhaltens. Das Wirken der Gegenstände ist hiernach ihr Sein. Oder schärfer: Das Wirken ist das Sein. Die Bewegung selbst kann damit zum Gegenstand werden, zum Gegenstand der neuzeitlichen Naturwissenschaft. Nicht mehr bewegliche Gegenstände und die Relationen zwischen bewegten Gegenständen, nicht mehr das Bewegliche ist das Thema, sondern Bewegung als Bewegung, Bewegung verstanden als Veränderung und als Veränderung von Veränderungen (bestimmter Messgrößen und deren Beziehung). Als Folge dieses veränderten Seinsbegriffs wird das Erkennen nicht mehr schlechthin als das Abbild der konkreten sinnlichen Wirklichkeit gefasst, erscheinen die Begriffe der Wissenschaft nicht mehr als Nachahmungen dinglicher Existenzen, sondern als ›Symbole‹ für Ordnungen, funktionale Verknüpfungen und Verhältnisse innerhalb der Wirklichkeit. Da diese Ordnungen sich erst in der intellektuellen Arbeit, in dem tätigen Fortgang von bestimmten Grundelementen zu immer komplexeren Schlussfolgerungen und Bedingungsbeziehungen fassen lassen, bestimmt sich fortschreitend der Begriff des Seins selbst erst in dieser Gesamtbewegung des Denkens.

Dieses Konzept geht davon aus, dass jedes Geschöpf, jedes Einzelne innerhalb der Grenzen, die ihm durch seine Sondernatur gesetzt sind, in sich vollendet ist. Das Einzelne, das Endliche, die Erscheinung steht so nicht mehr im unversöhnlichen Gegen-

Das Prinzip der
›Anänelung‹

Grundfragen der Erkenntniskritik, Darmstadt 1990; ders., Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit, Darmstadt 1994, Bd. I–IV, insbes. Bd. I, S. 18–61. Zu diesem Umbruch siehe auch: E. J. Dijksterhuis, Die Mechanisierung des Weltbilds, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956; M. Wolff, Geschichte der Impetustheorie. Untersuchungen zum Ursprung der klassischen Mechanik, Frankfurt a.M. 1978; B. Heidtmann, Die sich selbst bewegende Substanz. Zu Voraussetzungen und Konsequenzen des philosophischen Grundsatzprogramms Hegels, in: Arbeit und Reflexion. Zur materialistischen Theorie der Dialektik – Perspektiven der Hegelschen Logik, hg. v. P. Furth, Köln 1980; R. Wahsner, Mensch und Kosmos, a.a.O., insbes. S. 6–70, 95–359; dies., Zur Kritik der Hegelschen Naturphilosophie, a.a.O., S. 11–19, 54–60, 116–121, 217–221; H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Die Natur technisch denken?, a.a.O., insbes. S. 9–12, 19–26.

satz zum Unendlichen, zum göttlichen oder wesenhaften Sein. Das Geschöpf ist nichts anderes als die Selbstdarstellung und Selbstoffenbarung des Schöpfers. Unendliches und Endliches, Absolutes und Relatives, Allgemeines und Einzelnes bedingen und bedürfen einander. Aber sie sind nie dasselbe. Die *Bewegung* des menschlichen Geistes selbst, seine Fähigkeit der progressiven Annäherung resp. Annäherung wird zum Medium der Vereinigung. Der menschliche Geist wird zum Symbol des göttlichen Seins. Dies wird er aber nicht als dessen Abdruck oder als Teilhabe, sondern einzig in seinem Werden, seiner Selbstentfaltung und Selbstgestaltung. *Der Erwerb, nicht der Besitz* des Wissens gibt der menschlichen Vernunft den Charakter der Göttlichkeit.¹⁴ In diesem Sinne ist die Unendlichkeit jetzt nicht mehr die Schranke, sondern die Selbstbejahung der Vernunft (die Erkenntnis ist grenzenlos, unendlich). Der Charakter der Unendlichkeit ist von dem Gegenstand der Erkenntnis auf die Funktion der Erkenntnis übergegangen. (Nikolaus von Kues veranschaulicht diesen Übergang mit dem Verhältnis von Kreis und Polygon.) Das Wissen von den Gründen des Tuns und das Wissen von den Gründen des Seins fallen nicht mehr auseinander. Die neuzeitliche Philosophie ist das Bewusstsein dieser Identität.

Diese ›Revolution der Denkart‹ hatte Konsequenzen für die Auffassung des Verhältnisses von Objekt und Subjekt, Sinnlichkeit und Denken, empirischer Wissenschaft und Metaphysik, Philosophie und Mathematik, für den Begriff des Unendlichen und des Allgemeinen. Jede philosophische oder wissenschaftstheoretische Diskussion über die neuzeitliche Wissenschaft muss dies bedenken.¹⁵

Insbesondere implizierte diese neue Denkart ein neues Verhältnis von Mathematik und Sinnenwelt und eröffnete so neue

14 | In der Kant'schen Philosophie schlägt sich dieser Standpunkt dann in dem Grundsatz nieder: Das Ganze der Welt, die Totalität, ist uns nie gegeben, aber stets aufgegeben. Das, was als apriorisches Erkenntnisvermögen angegeben wird, wird als *Fähigkeit* gefasst, eben als Vermögen, als Fähigkeit, etwas in bestimmter Weise zu tun, z. B. anzuschauen. Die Produkte der betreffenden noch auszuführenden Tätigkeit (Kategorien, Raum und Zeit) sind so nicht angeboren, sondern selbstständig erworben.

15 | Vgl. R. Wahsner, Die Macht des Begriffs als Tätigkeit (§ 208). Zu Hegels Bestimmung der Betrachtungsweisen der Natur, Preprint 196 des MPI für Wissenschaftsgeschichte, Berlin 2002.

Möglichkeiten, Naturbewegungen mathematisch zu erfassen.¹⁶ Durch den Vorrang des Funktionsbegriffes vor dem Dingbegriff, durch den Übergang zu dem Prinzip *Das Verhalten bestimmt das Sein* gewinnt der Begriff der Relation und der des Verhältnisses resp. der Ordnung (einer gesetzmäßigen Ordnung) so eine ganz andere Bedeutung, ist nicht mehr als Relatives der wertmindere Gegensatz zum Absoluten, sondern das grundlegende Denkprinzip.

Vorrang des Funktionsbegriffs vor dem Dingbegriff

Dieser Übergang zeigt sich zugleich als Übergang vom geometrischen zum naturgesetzlichen Universum. Hatten die alten Griechen den Mut, die Gesetze der Geometrie, der Erdmessung, auf den Himmel anzuwenden, so die Neuzeitlichen das Geschick, die Geometrie auf andere Größen als Längen und Winkel anzuwenden und so die naturgesetzliche Einheit von Himmel und Erde zu begründen. Und erst aus dieser Sicht konnte Galilei die Eigenständigkeit des Buches der Natur verkünden resp. erklären, dass es jetzt lesbar geworden sei, wir die Sprache, in der es geschrieben ist, im Prinzip beherrschten.

Vom geometrischen zum naturgesetzlichen Universum

Nebenbemerkung: Physik als Modell? | Bislang wurde im Wesentlichen das dem neuzeitlichen Denken in Philosophie und Naturwissenschaft Gemeinsame dargestellt. Beide bestehen nicht unabhängig voneinander. Doch das Thema ist die neuzeitliche Naturwissenschaft. Ihre Spezifik wird hier im Wesentlichen mit Blick auf die Physik dargestellt. Damit wird keinesfalls einem reduktionistischen Standpunkt das Wort geredet. Es wird durchaus unterstellt, dass Biologie, Physiologie, Psychologie usw. wissenschaftliche Disziplinen eigenen Rechts sind und im Allgemeinen nicht aufeinander zurückgeführt werden können. Aber da man nicht davon ausgehen kann, dass das epistemologische Verhältnis von Philosophie und Einzelwissenschaft, mithin auch der Be-

16 | Siehe auch R. Wahsner, »Der Gedanke kann nicht richtiger bestimmt werden, als Newton ihn gegeben hat.« Das mathematisch Unendliche und der Newtonsche Bewegungsbegriff im Lichte des begriffslogischen Zusammenhangs von Quantität und Qualität, in: Hegels Seinslogik – Interpretationen und Perspektiven, hg. v. A. Arndt und Ch. Iber, Berlin 2000; H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Infinitesimalkalkül und neuzeitlicher Bewegungsbegriff oder Prozeß als Größe, in: Jahrbuch für Hegelforschung 2002, hg. v. H. Schneider, Sankt Augustin (im Druck), auch: Preprint 165 des MPI für Wissenschaftsgeschichte, Berlin 2001.

griff von Naturwissenschaft, schon philosophisch zufriedenstellend bestimmt ist, ist es erforderlich, die einzelnen Wissenschaften selbst genauer zu studieren, zu ergründen, wie sie aufgebaut sind, wie und warum sie ›funktionieren‹ (denn das ist noch keinesfalls hinreichend bekannt). Da ich nun vor allem mit einem Physiker und über die Physik gearbeitet habe, lag es nahe, diese Disziplin auszuwählen. Zudem ist die Physik – wie erwähnt – die erste Naturwissenschaft im eigentlichen Sinne. Die Untersuchung ihrer erkenntnistheoretischen Problematik verspricht daher von maßgeblicher Bedeutung für das philosophische Verständnis des Charakters der Naturwissenschaft überhaupt zu sein.

Wenn gesagt wird, die Physik sei die ausgearbeitetste Naturwissenschaft, so ist dies in dem Sinne zu verstehen, dass es bisher nur ihr gelungen ist, eine Bewegung messbar und berechenbar zu machen, oder anders gesagt: Nur unter physikalischem Aspekt ist es bisher erreicht worden, den als Bewegung daseienden Widerspruch messbar und berechenbar zu machen. Nicht zuletzt deshalb stellt die Physik sowohl in der Vergangenheit als auch in der Gegenwart einen bedeutsamen Bezugspunkt philosophischer Reflexionen über das Verhältnis der Wissenschaften zur Philosophie dar. So ist die Natur- und Dialektikkonzeption der klassischen deutschen Philosophie in hohem Maße, keinesfalls ausschließlich, von ihrer Mechanik- bzw. Physikrezeption geprägt. Die Untersuchung des Begriffs *Naturwissenschaft* anhand der Physik lässt interessante Ergebnisse erwarten, weil diese Disziplin ihre Aussagen nicht unmittelbar über die wirklichen realen Gegenstände und deren konkretes Verhalten trifft, sondern über Größen (Längen, Dauern, Massen u. a.) und deren Beziehungen. Dies gilt in demselben Sinne, in dem Karl Marx (1818–1883) davon spricht, dass der Gebrauchswert *als* Gebrauchswert jenseits des Betrachtungskreises der politischen Ökonomie liegt.¹⁷ Die bekannte Unterscheidung von Gebrauchswert und Wert zeigt sich in ihrer allgemeinen *gnoseologischen* Bedeutung, indem sie die Unterscheidung von konkretem und Verstandesgegenstand be-

17 | Vgl. K. Marx, Zur Kritik der politischen Ökonomie, in: K. Marx und F. Engels, Werke, Bd. 13, Berlin 1961, S. 16. Über diese Problematik siehe auch: R. Wahsner, Nicht die Einzelheit herrscht in der Natur der Dinge. Zum Wissenschaftsprinzip des kollektiven Individuums, in: dies., Prämissen physikalischer Erfahrung. Zur Helmholtzschon Kritik des Raum-Apriorismus und zur Newton-Marxschen Kritik des antiken Atomismus, Berlin 1992, S. 87–90.

trifft.¹⁸ Der Grund für diese Unterscheidung ergibt sich aus den Erfordernissen des naturwissenschaftlich-experimentellen Vorgehens, aus dem messenden Vergleich. Es liegt daher die Vermutung nicht ganz fern, dass alle Einzelwissenschaften, die die ihnen jeweils Gegenstand seiende Bewegung messbar und berechenbar machen wollen, zu Größen kommen müssen (gewiss zu anderen als die Physik) und ihnen damit dieselbe Problematik entspringt wie der Physik.¹⁹ Doch selbst wenn die Vermutung nicht richtig sein sollte, muss der philosophische Begriff von Naturwissenschaft natürlich das über den der Physik Erkundete mit berücksichtigen. Allerdings muss die besondere philosophische Aufmerksamkeit für die Physik stets die Entstehung und Entwicklung dieser Wissenschaft einschließen. Denn eine modernistische Betrachtungsweise, die sich bei der Behandlung grundlegender erkenntnistheoretischer Fragen der Physik ausschließlich auf Probleme der modernen Physik bezieht und die ursprünglichen Fragestellungen, die einst zur Begründung der Physik geführt haben, nicht beachtet, kann dieser Aufgabe nicht gerecht werden.

Der Atomismus als naturwissenschaftliches Denkprinzip |

Wie gezeigt werden konnte, entwickelte der griechische Atomismus erstmals das Prinzip einer physikalischen Darstellung der Natur; er entwickelte es mit seinem Grundgedanken, die ganze Welt, alles Bestehende, auf das Atom und das Leere, auf Körper und Raum, auf das Sein und das Nichts zu reduzieren.²⁰

Mit ihrem philosophischen System reagierten die Atomisten auf die von ihren Vorgängern, den Eleaten und Herakliteern, erungene Erkenntnis, dass die Bewegung widerspruchlos nicht gedacht werden kann. Diese Erkenntnis schlug sich in zwei einander entgegenstehenden Standpunkten nieder. Die Eleaten meinten, die Welt sei in Wahrheit unbewegt und deshalb erkennbar, mithin denkbar. Nach Meinung der Herakliteer hingegen ist

Unerkennbarkeit
oder Unbewegtheit
der Welt?

18 | Siehe Fußnote 4.

19 | Vgl. H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, *Marginale zur Bildung von Meßgrößen in der Ökonomie: Idealität und Realität in einer messenden Wissenschaft*, Berlin 1985 (unveröffentlichtes Msk.).

20 | Vgl. R. Wahsner, *Das Aktive und das Passive. Zur erkenntnistheoretischen Begründung der Physik durch den Atomismus – dargestellt an Newton und Kant*, Berlin 1981.

die Welt in ständiger Bewegung, aber gerade deshalb könne sie nicht gedacht (vom neuzeitlichen Standpunkt aus würden wir sagen: nicht erkannt), sondern nur durch die sinnliche Wahrnehmung adäquat reflektiert werden. Man stand also vor dem Dilemma: Entweder ist die Welt erkennbar, da unbewegt, oder sie ist bewegt, daher nicht denkbar (erkennbar). Die Bewegung sollte nach rationalistisch-eleatischer wie nach empiristisch-heraklitischer Auffassung nicht gedacht werden können, weil im antiken Konzept das Nichtsein als nicht denkbar angesehen wurde. Denn was – wie das Nichtsein – kein Gegenstand ist, was folglich keine Bestimmung hat, kann nicht gedacht werden. Mithin galt auch der Widerspruch, dass etwas ist und zugleich nicht ist, dass etwas – indem es sich bewegt – an einem Ort ist und zugleich nicht an ihm ist²¹, als undenkbar. Die Atomisten lösten das von ihren Vorgängern von einander entgegengesetzten Standpunkten aus aufgeworfene Bewegungsproblem, das eben zugleich ein Denk- und Realitätsproblem war. Das war es, insofern es der Einsicht entsprang, dass das (immer irgendwie diskontinuierliche) Denken und die (letztlich immer kontinuierliche) Existenzweise der Wirklichkeit nicht unmittelbar übereinstimmen können. Die Atomisten lösten also ein den grundlegenden Fragen der Philosophie nach dem Verhältnis von Denken und Sein entspringendes Problem, eines das hier erstmals explizit gestellt wurde.

Der atomistische
Ausweg

Die antiken Atomisten fanden aus dem genannten Dilemma einen genialen Ausweg, indem sie eine Möglichkeit aufzeigten, wie nicht nur das Sein, sondern auch das Nichtsein als Gegenstand gedacht werden kann. Die Atome repräsentieren das Sein, die Leere das Nichtsein, wobei das Nichtsein so real ist wie das Sein. Durch diese Realität des Nichtseins wird das Sein »zerstückelt« und kann jetzt gegensätzliche Bestimmungen haben. Es ist kontinuierlich und diskontinuierlich, unteilbar und teilbar, gleich und veränderlich, unendlich und endlich. Die erste Bestimmung betrifft jeweils das einzelne Atom, das Atom als solches, die zweitgenannte die Atomzusammensetzung, also die makroskopischen Körper bzw. überhaupt die Beziehungen der Atome zueinander. Dass es das gleiche Sein ist, dem diese verschiedenen Bestimmungen zukommen, wird dadurch gewährleis-

21 | Vgl. G.W.F. Hegel, Wissenschaft der Logik. Zweiter Teil, in: Werke in 20 Bdn., auf der Grundlage der Werke von 1832–1845 neu edierte Ausgabe, hg. v. E. Moldenhauer und K.M. Michel, Frankfurt a.M. 1986, Bd. 6, S. 76.

tet, dass alle Atome gleicher Qualität sind (alle haben nur Größe und Form, zwischen ihnen gibt es nur quantitative Unterschiede) und das Ganze als Summe der Teile gedacht wird.

Für eine physikalische Naturdarstellung ergeben sich aus dieser Dualisierung der Welt in Leeres und Volles, in reales Nichtsein und reales Sein, bedeutsame Konsequenzen: 1. Alle Naturvorgänge in der Welt sind universell vergleichbar. 2. Die sinnlich wahrgenommene Vielfalt kann aus minimalen Voraussetzungen abgeleitet und als quantitativ bestimmbare Unterschiedenheit dargestellt werden. 3. Die Unveränderlichkeit der Atome garantiert, dass im Wechsel der Erscheinungen stets etwas Konstantes erhalten bleibt, wodurch die Existenz objektiver Naturgesetze denkmöglich wird (insofern Gesetze das notwendig Wiederholbare und Allgemeine erfassen). 4. Die Atome sind die Vorstufen der physikalischen Größen (ohne die physikalische Naturgesetze als mathematische Größengleichungen nicht formuliert werden können). Ebenso wie die Atome sind die physikalischen Größen nicht unmittelbar sinnlich wahrnehmbar und nicht ohne Denken zu erfassen; sie sind Gedankendinge. In den Atomen ist das später in den physikalischen Messgrößen realisierte Konzept angelegt, Verschiedenartiges bezüglich einer Qualität miteinander zu vergleichen, also in dieser Hinsicht gleichzusetzen, um ihre Unterschiedenheit quantitativ fassen zu können. Es gibt allerdings keine Methode, mit der man den primären Atomqualitäten einen Wert zuordnen könnte, sie sind nicht messbar. 5. Der Atomismus fand die Möglichkeit, nicht nur das Weltganze rational zu betrachten, sondern auch Teilgebiete der Welt. Er fand mithin die Möglichkeit, die Welt nicht nur philosophisch, sondern auch physikalisch, einzelwissenschaftlich zu denken.²² Denn da das Wesen aller Erscheinungen in der Welt durch die Atome und das Leere gegeben ist, konstituiert es sich nicht erst durch das universelle, den allgemeinen Zusammenhang herstellende, gegenseitige Aufeinanderwirken, sondern bereits durch einige wenige Atome und den leeren Raum, zwischen ihnen. Doch muss grundsätzlich jeder Bereich der Welt zum Gegenstand der Wissenschaft werden *können*. Dies ist eine unabdingbare Voraussetzung, und sie findet in der Forderung nach universeller Vergleichbarkeit ihren Ausdruck.

Die physikbedeutsame Leistung des Atomismus zusammen-

Die physikbedeutsame Leistung des Atomismus

22 | Damit ist nicht gesagt, dass der Atomismus selbst schon Physik war.

fassend, ergibt sich: Der Atomismus begründete das Prinzip des physikalischen Denkens durch die *Verteilung der nur in Einheit wirklich seienden Momente, durch die Verteilung der gegensätzlichen begrifflichen Bestimmungen* (z.B. leer und voll) *und deren Substantivierung bzw. Verdinglichung* (z.B. Leeres und Volles). Gegensätzliche begriffliche Bestimmungen werden zu zwar zusammengehörigen, aber deutlich voneinander abgegrenzten selbstständigen Existenzen.

Die Differenzierung von Materie und Raum

Durch diese Verteilung der Momente wurde auch erstmals in der Geschichte des menschlichen Denkens die begriffliche Unterscheidung von Materie und Raum vollzogen. Sie ermöglichte die gedankliche Fassung der Bewegung, und zwar so, dass der als Bewegung daseiende Widerspruch²³ in physikalischer Weise gedacht werden konnte, also so gedacht werden konnte, dass die Bewegung messbar und berechenbar wurde. Ohne den Raum-begriff wäre die gleichzeitige Realität des Seienden und des Nicht-seienden nicht zu behaupten gewesen. Nun aber erschien der Raum als Bedingung für die Möglichkeit der Bewegung und somit zugleich als Bedingung für die Möglichkeit der Erkenntnis, der Erkennbarkeit, mithin der logisch widerspruchsfreien Denkbarkeit, der Welt – und zwar einer bewegten Welt.

Naturwissenschaftliches und philosophisches Denkprinzip

Die Erkenntnis, dass Begriff und Wirklichkeit nicht identisch sind, sowie die Erkenntnis der Widersprüchlichkeit der Bewegung bildete also die Voraussetzung, um das physikalische Denkprinzip entwickeln zu können. Die atomistische Lösung, die Bewegung denkbar zu machen, das Denken mit der Wirklichkeit in Übereinstimmung zu bringen, war die eine mögliche Lösung des Bewegungs-, Denk- und Realitätsproblems. Sie war diejenige, die die Natur als unbezweifelte Voraussetzung nahm. Sie dachte die ganze Welt als Natur; das Bewusstsein, das Erkenntnissubjekt fungiert lediglich als äußerer Beobachter. Die Welt wird unter der Form des Objekts gefasst. Es ist dies genau der naturwissenschaftliche Standpunkt.²⁴ Die andere mögliche (und

23 | Vgl. G.W.F. Hegel, Wissenschaft der Logik. Zweiter Teil, a.a.O., S. 76.

24 | In seiner durch die Problematik der Quantenmechanik veranlassten Studie des antiken Atomismus zeigt Schrödinger, dass die moderne Naturwissenschaft auf der antiken atomistischen Methode, das Kontinuum über Diskretheiten zu fassen, beruht und dieser Methode außer der Verständlichkeitshypothese der Grundsatz inhärent ist, das erkennende Subjekt aus dem angestrebten Weltbild auszuschalten und es in die Rolle eines außen-

notwendige) Lösung des Problems ist die philosophische, die sich in dem Werk Platos (427–348/347 v. u. Z.) niederschlug.

Mit Blick hierauf – das sei nebenbei bemerkt – hat es durchaus einen Sinn, von den zwei sich durch die gesamte Geschichte der Philosophie hindurchziehenden Linien, der Linie Demokrits und der Linie Platos zu sprechen. Doch sie markieren nicht, wie üblicherweise gemeint, die Unterscheidung zwischen den philosophischen Systemen des Materialismus und denen des Idealismus, sondern die zwischen dem erkenntnistheoretischen Status der Naturwissenschaft und dem der Philosophie.²⁵ Der Unterschied der beiden genannten Lösungen lässt sich bezüglich des Atomismus – in Anlehnung an eine Formulierung Emil DuBois-Reymonds (1818–1896)²⁶ –, in den Satz fassen: *Es kann kein philosophisches Atom, aber es muss ein physikalisches Atom geben.*

Die atomistische Konzeption machte die Bewegung physikalisch denkbar, konnte aber keinen notwendigen Zusammenhang zwischen diesem Denkprinzip und der sinnlichen Wahrnehmung begründen. Der antike Atomismus erfand das Prinzip physikalischen Denkens, das Prinzip der physikalischen Sinnlichkeit vermochte er jedoch nicht zu begründen. Hierfür war eine Modifizierung des Atomismus erforderlich.²⁷

Die Grenze des
Atomismus

stehenden Beobachters zurücktreten zu lassen. Dies sei der Grund, weshalb es im modernen Weltbild fehlt. Schrödinger hält das Fortlassen des Erkenntnissubjekts zwar für einen Kunstgriff, aber für einen Kunstgriff, auf den nur ein Narr verzichten würde. (Vgl. E. Schrödinger, *Die Natur und die Griechen*, Wien 1955, insbes. S. 155–169. Ausführlich darüber R. Wahsner und H.-H. v. Borzeszkowski, *Die Wirklichkeit der Physik. Studien zu Idealität und Realität in einer messenden Wissenschaft*, Frankfurt a.M., Berlin, Bern, New York, Paris, Wien 1992, S. 82–95, sowie die darin zitierte Literatur.)

25 | Vgl. hierzu R. Wahsner, *Gott arbeitet nicht. Zur Notwendigkeit, Karl Marx einer optimalen Messung zu unterziehen*, in: dies., *Zur Kritik der Hegelschen Naturphilosophie*, a.a.O., Anhang.

26 | Vgl. E. DuBois-Reymond, *Die Grenzen des Naturer kennens*, in: *Reden von Emil DuBois-Reymond*, Bd. 1, Leipzig 1886.

27 | Vgl. R. Wahsner, *Das Aktive und das Passive*, a.a.O.; dies., *Nicht die Einzelheit herrscht in der Natur der Dinge*, a.a.O.; H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, *Newton und Voltaire. Zur Begründung und Interpretation der klassischen Mechanik*, Berlin 1980; dies., *Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch. Studien zum physikalischen Bewegungsbegriff*,

In der ursprünglichen Atomistik wird das Atom seinem eigentlichen Begriffe nach als absolutes Individuum unterstellt. Auf der Grundlage der Vereinzelung des Körpers kann die Physik aber nicht hinreichend erkenntnistheoretisch fundiert werden, d. h. nicht in einer Weise, in der Theorie und Messung miteinander verknüpft werden. Die Grenze der Atomistik entspringt daraus, dass sie die Mannigfaltigkeit der Welt, das Werden und Vergehen, durch Eigenschaften erklären will, die einem einzelnen Körper, die dem Atom als einzelner zugeschrieben werden können. Die Isolierung des physikalischen Körpers als Atom wurde aufgehoben durch den physikalischen Kraftbegriff, durch die physikalischen Wechselwirkungsgesetze.

Die Lösung durch
den physikali-
schen Begriff der
Kraft als das
Gegeneinander
der Körper

Der physikalische Kraftbegriff unterstellt die Wirkungsfähigkeit der Naturkörper. Er unterstellt sie insofern, als ihm das Konzept inhärent ist, dass die Körper Kraft ausüben, indem sie sich aufeinander beziehen, besser: sich zueinander verhalten, mithin nichts streng Isoliertes, nichts wesentlich Einzelnes sind, dass sie ein Ganzes konstituieren, das sich nicht auf die Summe der Teile reduziert. Auf dem Fundament der in den seit der Antike vergangenen Jahrhunderten erarbeiteten Voraussetzungen – die insbesondere mit der Ausbildung der experimentellen Methode verknüpft waren – entwickelte Newton diese sich über den Standpunkt des antiken Atomismus erhebende Konzeption, indem er mit der klassischen Mechanik die erste physikalische Dynamik ausarbeitete. Vor allem indem er den Begriff der Gravitation im Rahmen seiner physikalischen Theorie diskutierte, kam er zu dem Resultat, dass die Körper nicht an sich, sondern nur *gegeneinander* schwer sind. Newton bestimmte daher die Gravitation und andere physikalische Kräfte bzw. dynamische Wechselwirkungen als aktive Prinzipien. In der Konsequenz erkannte er, dass die Physik zwar passiver Prinzipien (als primäre Atomeigenschaften denkbare) bedarf, dass sie aber nur auf diesen nicht errichtet werden kann, sondern auch aktive, also physikalische Wechselwirkungsprinzipien benötigt.²⁸ Möglich war das nur auf der Basis der neuzeitlichen Denkweise, denn der naturwissen-

Darmstadt 1989, S. 24–30; dies., Die Wirklichkeit der Physik, a.a.O., S. 97–124.

28 | Vgl. I. Newton, *Opticks*, with a foreword by A. Einstein, an introduction by Sir Edmund Whittaker, a preface by I. B. Cohen, Dover 1952, pp. 397–401 (Query 31).

schaftliche, der mechanische Kraftbegriff (also nicht der des mechanistischen Weltbildes) ist nur mit dem so genannten Funktionsdenken zu erfassen oder nach dem Prinzip des kollektiven Individuums.²⁹

Das Prinzip wissenschaftlicher Erfahrung. Der Unterschied zwischen konkretem Naturgegenstand und Gegenstand der Naturwissenschaft | Die Differenz zwischen Naturwissenschaft und Philosophie entspringt daraus, dass – gemäß dem philosophischen Konzept, wonach die Natur aus sich selbst heraus besteht – die Naturgegenstände einander produzieren, naturwissenschaftliche Gegenstände dies aber nicht können. Ein realer Naturgegenstand existiert seinem Wesen nach nie isoliert, reale Naturgegenstände existieren nur, indem sie aufeinander wirken und so einander verändern, mithin keine (absolut) geschlossenen Systeme bilden. Wirkliche oder – im philosophischen Sinne – konkrete Gegenstände sind daher nur gegeneinander, nur im Zusammenhang zueinander zu bestimmen; sie sind unterschieden, aber nicht voneinander getrennt. Messung erfordert jedoch – in erster Näherung gesprochen – ihre Trennung bzw. die ihrer Momente.³⁰

Dass Messung und Berechnung überhaupt notwendig sind, resultiert letztlich aus dem Nichtzusammenfallen der Erscheinungsform und des Wesens der Dinge. Dies macht einen ›Trick‹, besser gesagt: eine List, erforderlich, um das Wesen zur Erscheinung zu bringen, es als ein objektiv Gleichbleibendes, als ein zu jeder Zeit, an jedem Ort und für jedes Subjekt (jede Generation, jede soziale Gruppe) Reproduzierbares ausfindig zu machen. Eine solche List ist der experimentelle Vergleich. Durch dieses Verfahren sind in einer messenden und rechnenden Wissenschaft Tatsachen reproduzierbare Effekte, und sie sind zudem stets geprägt von der Art und Weise, in der sie gewonnen wurden, von dem

Naturwissenschaftliche
Tatsachen als
reproduzierbare
Effekte

29 | Die Termini »kollektives Individuum« oder »Kollektivum« fungieren hier – in Anlehnung an Kants Begriff *kollektive Einheit* (vgl. z.B. Prolegomena, § 40) – als Bezeichnung für den kategorialen Gegensatz zu *Einzelheit*.

30 | Um z.B. zwei Massen mittels einer Balkenwaage miteinander vergleichen zu können, muss garantiert sein, dass sie nicht miteinander wechselwirken (sondern nur mit der Erde). Ist eine solche Situation nicht gegeben oder herstellbar, ist die Messung nicht möglich.

angewandten ›Trick‹. Man kann daher bei der Beurteilung der Erkenntnisse, die in einer messenden und rechnenden Wissenschaft gewonnen wurden, nie davon abstrahieren, wie man zu ihnen gekommen ist, d. h. durch welche Mittel man die Ergebnisse gewonnen hat. Und als Mittel sind hierbei sowohl die verwandten Messgeräte als auch die entsprechenden messtheoretischen Grundlagen (einschließlich der ›Kunstgriffe‹) anzusehen. Diese gegenständlichen und geistigen Mittel sind der physikalischen Tatsachengewinnung stets vorausgesetzt. Insofern gibt es in der Physik keine theoriefreie Beobachtung und erst recht kein theoriefreies Experiment bzw. reine Tatsachen, die nachträglich theoretisch interpretiert werden.³¹

Die Vermittlung
von Erkenntnis-
subjekt und
Erkenntnisobjekt

Mit dieser These werden die wissenschaftlichen Tatsachen keineswegs subjektiviert. Es wird nicht behauptet, rationale Willkür determiniere sie. Die physikalischen Tatsachen sind durch die Messung bestimmt. Diese aber fungiert als – letztlich gegenständliche – Vermittlung von Erkenntnisobjekt und Erkenntnissubjekt. Ob dies eingesehen werden kann oder nicht, hängt entscheidend davon ab, was man unter Messung versteht. Fasst man sie lediglich als Ablesen von Zeigerstellungen oder als Vergleichen an vorgegebenen Standards (die mitunter als ›materielle Urbilder‹ gesehen werden) oder als kalkulierbare Beobachtung natürlicher Wirkzusammenhänge auf, so ist ihre exponierte Stellung im Erkenntnisprozess nicht zu begreifen. Bezeichnend jedoch für die Messung ist, dass sie einen Größenvergleich darstellt.³²

Der epistemo-
logische Status
von Messgrößen

Die Größen muss man aber erst einmal haben. Längen, Zeiten, Energien, Gene usw. sind keine mit den bloßen Sinnen wahrnehmbare Bestimmungsstücke der Naturgegenstände. Sie sind messtheoretisch bestimmte Verstandesgegenstände. Im Begriff der Größe wird aus der unendlichen objektiven Mannigfaltigkeit *eine* qualitative Bestimmung herausgelöst, um in Bezug

31 | Zur List der Vernunft siehe auch in der »Bibliothek dialektischer Grundbegriffe« den Band »Mittel« von Christoph Hubig, Bielefeld 2002, S. 20.

32 | Ausführlicher dazu H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Noch einmal über das Bedürfnis der Naturwissenschaften nach Philosophie, in: Dialektik 5, Köln 1982; dies., Die Wirklichkeit der Physik, a.a.O., S. 239–285; R. Wahsner, Stichwort »Messung«, in: Europäische Enzyklopädie für Philosophie, hg. v. H.J. Sandkühler, Hamburg 1999, S. 827–830.

auf sie verschiedene Konkreta miteinander vergleichen zu können. Den Aspekt nun herauszufinden, unter dem die verschiedenen Dinge und Zusammenhänge einander gleich sind, ist extrem schwierig.³³ Die bis auf die Antike zurückgehenden Vorgeschichten des physikalischen Masse- und des ökonomischen Wertbegriffs oder die neuere Geschichte des Genbegriffs zeigen, welche komplizierte theoretische und gegenständliche Arbeit zu diesem Zwecke geleistet werden musste. Diese Vorleistungen gehen in den jeweiligen Größenbegriff mit ein. Es gibt keine Messgrößen unabhängig von einer Theorie. Das heißt natürlich nicht, dass die herausgegriffene, sich in der jeweiligen Größe niederschlagende Qualität subjektivistisch erdacht sei. Eine Größe ist ein auf realen Gleichheiten beruhendes, somit objektiv begründetes, vom Erkenntnissubjekt konstruiertes Gedankending, mittels dessen es die konkreten Gegenstände in ihren Zusammenhängen erkennt.

Zu den Größen, die die Messung stets erfordert, gehören nun auch Vorschriften, wie diese gemessen werden, wie die an verschiedenen Raum-Zeit-Punkten durchgeführten Messungen miteinander verglichen werden sollen und wie die Realisierung der Etalons im Rahmen der jeweiligen einzelwissenschaftlichen Theorie resp. des jeweiligen Systems einzelwissenschaftlicher Theorien gedacht werden kann. Eine physikalische Theorie ist daher stets so beschaffen, dass sie diesen Forderungen gerecht wird, und umgekehrt ist ohne eine solche Theorie (oder ein System von Theorien) eine physikalische Messgröße ein Nichts. Wenn beispielsweise die von der jeweiligen physikalischen Theorie unterstellte Raum-Zeit-Struktur die Reproduzierbarkeit der physikalischen Prozesse ausschließt, kann es keine wissenschaftlichen Tatsachen geben. In diesem Sinne bemerkte Albert Einstein (1879–1955) in einer physikalischen Grundlagendiskus-

33 | Über das im Prozess der Größenbildung zu lösende Problem vgl. H. v. Helmholtz, Zählen und Messen, erkenntnistheoretisch betrachtet, in: ders., Wissenschaftliche Abhandlungen, hg. v. A. König, Bd. III, Leipzig 1895; ders., Einleitung zu den Vorlesungen über theoretische Physik, hg. von A. König und C. Runge, Leipzig 1903, insbes. S. 26; K. Marx, Die Wertform, in: K. Marx und F. Engels, Kleine ökonomische Schriften, Berlin 1955, insbes. S. 262–279; ders. Theorien über den Mehrwert, in: K. Marx und F. Engels, Werke, Bd. 26.3, Berlin 1962, insbes. S. 125–127, 133, 160 f.

sion mit Werner Heisenberg (1901–1976), dass erst die Theorie entscheidet, was man beobachten kann.³⁴

Zur Historie
der Messung

An sich ist das Messen so alt wie die menschliche Gesellschaft; die Verteilung von Arbeits- und Lebensmitteln erforderte es von ihrem Beginn an. Die ersten Etalons waren menschliche Körperteile (hohle Hand, Spanne, Fuß, Elle). Und bereits hier war es zweckmäßig, dafür zu sorgen, dass dieses Etalons möglichst gleich blieben, man zumindest für eine bestimmte Verteilung nicht einmal eine große und einmal eine kleine hohle Hand nahm. Um aber z. B. den Lebensmittelbedarf für einen längeren Zeitraum zu planen, bedurfte es dann schon eines allgemeinen Maßes resp. einer genormten hohlen Hand (genormt für die jeweilige Lebensgemeinschaft). An dieser Stelle ist es noch völlig durchsichtig, dass eine absolut konstante hohle Hand das Ideal wäre, die Realisierung dieses Ideals aber nicht identisch ist mit der Behauptung: hohle Hände sind (an sich) etwas absolut Konstantes. Es ist hier noch völlig klar, dass das ideale Maß etwas künstlich Konstruiertes wäre, konstruiert mit Blick auf einen bestimmten Vergleich bzw. später auf eine bestimmte Vergleichsart. Und es ist auch klar, dass die durch den so vollzogenen Vergleich gewonnenen Erkenntnisse Sinn und Bedeutung nur in Bezug auf den Aspekt haben, unter dem der Vergleich durchgeführt wurde. In der Wissenschaft wird das nur alles komplizierter, obgleich nicht grundsätzlich anders.

Ihre erste theoretische Form erhielt die Messkunst in der euklidischen Geometrie, die auch heute noch das Hauptelement der messtheoretischen Voraussetzungen physikalischer Theorien ist (obzwar dies an der Oberfläche nicht gleich zu sehen ist und deshalb häufig bestritten wird). Um dies jedoch sein zu können, bedurfte es sowohl der philosophischen Lehre des Nikolaus von Kues (1401–1464) als auch der von René Descartes (1596–1650) begründeten analytischen Geometrie und der wesentlich von Galileo Galilei (1564–1602) entwickelten experimentellen Methode. Durch diese Bearbeitung gewann die euklidische Geometrie eine Gestalt, in der sie die Forderungen erfüllen konnte, die eine physikalische Messung überhaupt erst ermöglichen. Insbesondere gestattet sie es, raum-zeitliche Etalons zu definieren und die mit ihnen an verschiedenen Orten gemessenen raum-zeitlichen Ab-

34 | Vgl. A. Einstein, zitiert bei W. Heisenberg, Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik, München 1969, S. 92.

stände miteinander zu vergleichen, indem sie eine Raum-Zeit-Struktur fixiert, die garantiert, dass die zu vergleichenden Abstände unabhängig sind von dem Weg, den sie durch den Raum genommen haben (eine Forderung, die durchaus nicht jede Geochronometrie erfüllt).

Die Notwendigkeit zu fordern, dass die Etalons so unhistorisch wie nur möglich sein sollen, leuchtet lebensweltlich unmittelbar ein, wenn man sich vorstellt, es käme jemand auf die Idee, ein Gummiband als Metermaß zu benutzen.³⁵

Um nun wirklich experimentieren und messen zu können, müssen die in den Größen erfassten Gleichheiten vergegenständlicht werden. Das heißt, die wirkliche Messung erfordert, künstlich ideale Situationen herzustellen. Das Experiment benötigt Gegenstände, die durch *reale* Idealisierung, also durch den gezielten Ausschluss bestimmter Wechselwirkungen zwischen den Naturkörpern, so präpariert wurden, dass sie als gegenständliche Maßstäbe (z. B. als Messlatten oder Uhren) benutzt werden können. Im Experiment operiert man mithin nicht mit konkreten Naturgegenständen, sondern mit idealen Gegenständen unter idealen Bedingungen. Diese wie jene muss man sowohl herstellen als auch im Rahmen der jeweiligen Theorie denken können. (Mit ›denken können‹ ist nicht gemeint, dass man sich etwas *vorstellen* kann, sondern dass es im Rahmen der jeweiligen Theorie konsistent konstruierbar oder annehmbar ist.) Das Experiment ist eine Methode, Gleichheiten und deren Beziehungen zu reali-

Das Experiment
als reale
Idealisierung

35 | Doch wissenschaftlich gibt es hiergegen sogar den Einwand, dass dies durchaus möglich wäre – dann nämlich, wenn man eine Theorie hat, die die Ausdehnung des Gummis in Abhängigkeit von seiner Elastizität und die Abhängigkeit der Elastizität von seinem Alter genau beschreibt. So man diese Theorie hat, geht das schon. Aber es wird wohl der fanatischste Entwicklungstheoretiker nicht so gut finden, dass hier die Lebensgeschichte des Gummibandes mit eingeht. Und um die Gummitheorie auszuarbeiten, bedarf es wiederum der Möglichkeit, Längen zu messen, und zwar gummiunabhängig, mit starren Körpern. Dass es möglich ist, die physikalischen Gesetze von der Komplikation freizuhalten, dass in sie die Lebensgeschichte eines Maßstabes eingeht, bezeichnet Hans Reichenbach (1891–1953) daher als Glück und als eine der wichtigsten Grundlagen der Naturerkenntnis. (Vgl. H. Reichenbach, *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre*, in: ders., *Gesammelte Werke* in 9 Bdn., hg. v. A. Kamlah und M. Reichenbach, Bd. 2, Braunschweig, Wiesbaden 1977, S. 42.)

sieren, wobei die genannte gegenständliche und theoretische Präparation als geschickt gestellte Frage an die Natur aufgefasst werden kann³⁶, als Frage, auf die die Natur – die als vom Subjekt verschiedener Zeuge vernommen wird –³⁷ die Antwort gibt. Auf diese Weise arbeiten physikalische Theorie und Wirklichkeit aufeinander zu und vermittelt die Messung das Erkenntnisobjekt mit dem Erkenntnissubjekt.³⁸

Die in den Größen substantivierten verteilten Momente bezeichnen natürlich – dies sei explizit vermerkt – kein Konkretum mehr, weder ein sinnliches noch ein philosophisches; doch sind die idealen Körper unter idealen Bedingungen auch nicht nur etwas Gedachtes, sondern etwas Gegenständliches.

Wider den
Empirismus

Die hier behauptete Konzept- und Konstruktionsabhängigkeit der Erkenntnisse einer messenden und rechnenden Wissenschaft ist natürlich nicht einsichtig, geht man von dem empiristischen Standpunkt aus. Hiernach wird geglaubt, es würden durch bloße Sinneswahrnehmungen Erfahrungen gesammelt und diese dann zu Begriffen und Hypothesen verallgemeinert. Der Empirismus (und zwar auch der heutige, wenngleich in versteckter Form) hegt den irrigen Glauben, dass zuerst die vermeintlichen Tatsachen zusammengetragen und sie hernach in einen Zusammenhang gebracht werden müssen, dass mithin das Bewusstsein, wenn es an die Erkenntnis der Wirklichkeit geht, eine *tabula rasa*, mithin auch mittellos, sei und auch keiner Mittel bedarf. Dem empiristischen Konzept gemäß kommt die Theorie erst nach

36 | Vgl. I. Kant, Kritik der reinen Vernunft, in: ders., Werke in 12 Bdn., hg. v. W. Weischedel, Frankfurt a.M 1968, Bd. III und IV, S. 23–27.

37 | Zum Experiment siehe auch den Band »Wahrnehmen« von Michael Weingarten in der »Bibliothek dialektischer Grundbegriffe«.

38 | Ludwig Feuerbach (1804–1872) schreibt: »Im Denken als solchem befinde ich mich in Identität mit mir selbst, bin ich absoluter Herr; da widerspricht mir nichts; da bin ich Richter und Partei zugleich, da ist folglich kein kritischer Unterschied zwischen dem Gegenstande und meinen Gedanken von ihm. Aber wenn es sich [...] um das Sein eines Gegenstandes handelt, so kann ich nicht mich allein um Rat fragen, so muß ich *von mir unterschiedene* Zeugen vernehmen. Diese von mir als Denkendem unterschiedenen Zeugen sind die Sinne. Sein ist etwas, wobei nicht ich allein, sondern auch die anderen, vor allem auch der *Gegenstand selbst beteiligt* ist« (L. Feuerbach, Grundsätze der Philosophie der Zukunft, in: ders., Gesammelte Werke, hg. von W. Schuffenhauer, Bd. 9, Berlin 1970, S. 304).

der Datensammlung ins Spiel. Verschiedene Theorien werden daher als verschiedene Interpretationen ein und derselben an sich gegebenen Tatsachen aufgefasst. Das Objektive sind hiernach die so genannten harten Fakten. Dieses Erkenntniskonzept unterstellt die Welt als eine unbegrenzte Mannigfaltigkeit *einzelner Gegenstände*; die erforderliche *Tätigkeit der Vereinzelung* ignoriert es völlig. Das Herauslösen eines Gegenstandes aus dem Zusammenwirken mit anderen Gegenständen hat für den Empirismus nur den Sinn, den schon als bestimmt vorausgesetzten Gegenstand per Sinneswahrnehmung zu prüfen, ob er der Forderung der Vorstellung entspricht. Die Sinnlichkeit ist hiermit nur als konsumtive und kontemplative, nicht aber als produktive gefasst, nur als individuelle, nicht aber als Sinnlichkeit der Gattung als solcher.³⁹

Unterstellt man die Wirklichkeit – entgegen dem empiristischen Standpunkt – als gegenständliche Bewegung, als sich selbst erzeugender (Gesamt-)Zusammenhang, dann ist offensichtlich, dass *es stets einer gegenständlichen und geistigen Arbeit bedarf*, um Gegenstände resp. Systeme aus der Komplexität der Welt herauszulösen, um die verschiedenen Momente der Bewegung so auseinander zu legen, dass sowohl die Messung möglich wird als auch das Auseinandergelegte wieder so zusammengedacht werden kann, dass die Wirklichkeit (zumindest in einer gewissen Näherung) erfasst wird. Diese Arbeit kann sich selbststrebend nur nach gewissen Grundsätzen vollziehen. Eines dieser grundlegenden *Isolations-, Extraktions- und Verteilungsprinzipien* bietet – wie geschildert – der Atomismus.⁴⁰

Die Notwendigkeit von Verteilungsprinzipien

39 | Vgl. in diesem Zusammenhang die notwendige Kritik an Hegels Bestimmung des Verhältnisses von theoretischem und praktischem Verhalten des Menschen zur Natur: R. Wahsner, Die Macht des Begriffs als Tätigkeit, a.a.O.

40 | Die erste begriffliche Auseinanderlegung der hier genannten Art war die des antiken Atomismus in primäre und sekundäre Qualitäten. So falsch es nun ist, die primären mit den wirklichen Qualitäten gleichzusetzen, so falsch ist es auch, Qualitäten, die in einem bestimmten Zusammenhang als die primären bestimmt wurden, zu schlechthin primären zu erklären. Was in einer Hinsicht als primär gesetzt werden kann, kann es nicht a priori auch in anderer oder jeder Hinsicht. Es kommt jedesmal bei der Begründung einer Wissenschaft wieder darauf an herauszufinden, was es ist, das die unterschiedlichen Dinge miteinander gleich macht. Das von der Mechanik

Das Verhältnis der Messung zu Analytik und Dialektik

Messung in dem hier konzipierten Sinne verstanden, macht deutlich, dass sie weit mehr als ein abstraktiver Vergleich ist. Im Unterschied zum abstraktiven oder analytischen Vergleich werden beim messenden Vergleich die Dinge oder Gegenstände nicht auf das Moment ihrer reinen Existenz reduziert, nicht nur als Träger von Wirkungsmöglichkeiten, als »Stellen im System« gefasst. Zwar werden bei der Vergleichsart, die in der Physik als Messung praktiziert wird, die Gegenstände auch nicht in Einheit mit der Totalität ihrer wirklichen Wirkungen genommen, aber eben in Einheit mit *einer* wirklichen Wirkung, *einem* Verhalten. Dieses eine Verhalten wird als Messgröße substantiviert. Daher ist die Physik, deren gesamte Begriffs- und Theorienbildung auf der Messung beruht, im Gegensatz zur Mathematik keine analytische, sondern eine messtheoretisch bestimmte Wissenschaft. Eine solche kann in dem Gegensatz von Analytik und Dialektik weder dem einen noch dem anderen Pol zugerechnet werden, sondern ihr kommt ein eigener epistemologischer, zwischen beiden vermittelnder Status zu. Und erst dann, wenn man nicht mehr in dem Gegensatz von Analytik und Dialektik hin und her pendelt, kann die Unersetzbarkeit der Erfahrung für die Erkenntnis behauptet werden, ohne letztlich doch in den Empirismus zu verfallen.

Empirismus und empirische Wissenschaft

Nun ist schon durch Immanuel Kant (1724–1804) und Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770–1831) der Empirismus widerlegt worden (wenn auch nicht konsequent). Dennoch schleicht er sich immer wieder ein. Das gründet wesentlich darin, dass in ungenügender Weise die Spezifik wissenschaftlicher Erfahrung im Vergleich zur Alltagserfahrung philosophisch analysiert wird. Ist die Erfahrung Gegenstand epistemologischer Untersuchungen, so wird entweder unterstellt, sie sei als solche gegeben, oder sie wird auf Alltagserfahrung reduziert bzw. aus dem gesellschaftli-

bzw. der Physik entwickelte *Prinzip* zu übertragen ist nicht falsch (zumindest ist es bislang noch nicht als falsch bewiesen worden), wohl aber ist es falsch zu meinen, man hätte mit einer einmal getroffenen Unterscheidung von primären und sekundären Qualitäten ein für allemal genug getan. Es ist daher ein Unterschied, ob man sagt »Jede Wissenschaft, die eine Bewegung messen und berechnen will, braucht – wie die Physik – Größen« oder ob man behauptet »Die biologischen, physiologischen, psychologischen Bewegungen müssen mit den physikalischen Größen erfasst werden, sollen sie berechenbar und messbar werden«.

chen Gesamtorganismus herausgerissen und formalisiert als vermeintliche wissenschaftliche Erfahrung ausgegeben.

Begreift man, dass die physikalischen *Objekte*, epistemologisch gesehen, Erkenntnismittel sind, dann verfällt man auch nicht auf die Idee, dass die physikalischen Gesetze lügen, wenn sie nur über den Zusammenhang von Verstandesgegenständen und nicht über das Verhalten konkreter Gegenstände sprechen. Dieses Begreifen eröffnet zudem einen Zugang zur konstruktiven Aufhebung der Hegel'schen Naturphilosophie. Deren Grundfehler bestand darin, die empirischen Wissenschaften mit dem Empirismus zu identifizieren. Sie ging davon aus, dass die Naturwissenschaften ihren Gegenstand und ihre Methode unmittelbar in der Vorstellung vorfinden.⁴¹ Sie schrieb – obzwar in verzerrter Form – den wirklichen Naturgegenständen den Charakter der Gegenstände der Naturwissenschaft zu.⁴²

Aufgrund ihrer Erfahrungsart beruht die Physik niemals auf empiristischen oder rationalistischen erkenntnistheoretischen Grundlagen. Daraus folgt nicht, dass Physiker niemals das Verhältnis der Physik zur Wirklichkeit empiristisch oder rationalistisch interpretieren. Es geht um die in der Physik sozusagen festgeschriebene, »geronnene« Philosophie oder Erkenntnistheorie, also um ihr quasi objektives epistemologisches Fundament.⁴³ In dem Moment, in dem eine physikalische Theorie zu wissenschaftlichen Erkenntnissen gelangt, in dem sie sich zuvor herausgebildet habende Probleme zu lösen vermag, beruht sie auf der genannten Erfahrungsgrundlage bzw. auf der genannten erkenntnistheoretischen Basis. Diese epistemologische Basis wird nicht – wie meist geglaubt – erst nachträglich hineingedeutet oder ausgearbeitet, sondern nur nachträglich aufgedeckt. Wenn vom nicht-empiristischen und nicht-rationalistischen Charakter der Physik gesprochen wird, so heißt das nicht, dass diese Wis-

41 | Vgl. G.W.F. Hegel, Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse (1830). Erster Teil. Die Wissenschaft der Logik, mit den mündlichen Zusätzen, in: Werke, a.a.O., Bd. 8, S. 42 (§ 1).

42 | Vgl. R. Wahsner, Naturwissenschaft zwischen Verstand und Vernunft, in: Vom Mute des Erkennens. Beiträge zur Philosophie. G.W.F. Hegels, hg. v. M. Buhr und T.I. Oiserman, Berlin 1981; dies., Zur Kritik der Hegelschen Naturphilosophie, a.a.O.

43 | Vgl. H. Reichenbach, Die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie, in: ders., Gesammelte Werke, a.a.O., Bd. 3.

senschaft von jeher philosophisch richtig begriffen wurde. Ein richtiges Herangehen an die Begründung einer Wissenschaft führt aber zu gewissen Konsistenzen bzw. Erfolgen. Diese kann man bemerken und prüfen, ohne die epistemologischen Grundlagen, auf denen sie beruhen, zu erkennen. Wie allgemein, so ist auch hier die Tat nicht identisch mit dem Bewusstsein über diese Tat.

Philosophische Interpretation physikalischer Tatsachen? Im Sinne des hier vorgestellten Physikbegriffs gibt es keine physikalische Interpretation an sich gegebener Tatsachen und haben physikalische Begriffe Sinn und Bedeutung nur im Rahmen der jeweiligen Theorie.⁴⁴ Aufgrund dieser Theoriebestimmtheit gibt es erst recht keine philosophische Interpretation *einzelner naturwissenschaftlicher Tatsachen*. *Philosophische Interpretation physikalischer bzw. naturwissenschaftlicher Tatsachen kann sinnvoll nur bedeuten, das erkenntnistheoretische resp. kategoriale Fundament der jeweiligen Theorie, in deren Rahmen die betreffenden Tatsachen gewonnen wurden, philosophisch aufzuklären.*

Geometrie als messtheoretische Voraussetzung der Physik **Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch |** Um die physikalische Erfahrung als wissenschaftliche Erfahrung zu charakterisieren, ist es von grundlegender Bedeutung, den Zusammenhang zwischen Geometrie und Physik zu analysieren. Eine solche Analyse steht im Zusammenhang mit Fragen, die in der Physik teils seit Jahrhunderten diskutiert werden, teils aber auch speziell mit der Physik unseres Jahrhunderts entstanden sind. Unter anderem betrifft dies das Problem der Geometrisierung der Physik und damit die Frage nach der Tragfähigkeit bislang konzipierter Ansätze für eine einheitliche geometrische Feldtheorie. Jedoch auch der Streit darüber, ob die in der Mikrophysik eine große Rolle spielenden abstrakten Räume die makroskopische Raum-Zeit einmal ersetzen oder verdrängen könnten, kann nur durch diese Analyse entschieden werden.

Aus dem bisher Gesagtem resultiert, dass genau bestimmte, Messung ermöglichende Forderungen an jede einer physikalischen Theorie zugrunde gelegte raum-zeitliche Geometrie gestellt werden müssen. Insbesondere muss die geochronometri-

44 | Es ist also sinnlos, über die Trägheit, den absoluten Raum oder die physikalische Zeit für sich genommen zu diskutieren oder z. B. zu behaupten, dass die Zeit, der Raum doch *eigentlich* etwas ganz Anderes sei, als in der klassischen Mechanik gedacht.

sche Struktur so beschaffen sein, dass raum-zeitliche Etalons definiert werden können und ihr Zustand unabhängig ist von dem Weg, den sie bei ihrem für den Fernvergleich notwendigen Transport durch die Raum-Zeit genommen haben. Anders könnten die untersuchten physikalischen Prozesse nicht reproduzierbar sein, und das hieße, man könnte niemals zu wissenschaftlichen Tatsachen gelangen.⁴⁵ In der Notwendigkeit dieser Postulierungen äußert sich die physikalische Gegenständlichkeit des Raumes (und der Zeit). Die etablierten Messmöglichkeiten stellen dann den quasi-apriorischen Anteil der jeweiligen physikalischen Theorie dar.⁴⁶

Messtheoretische Bestimmungen müssen also der Dynamik vorausgesetzt werden. Doch sie müssen auch an sie angeschlossen werden. Das hat zur Folge, dass die Physik ihren Gegenstand, die Bewegung, in einer spezifischen Dualität fasst, dass sie – da nach Hegel die Bewegung der daseiende Widerspruch ist – den dialektischen Widerspruch als *Dualismus*⁴⁷ fasst, als Dua-

Spezifik des
physikalischen
Dualismus

45 | Vgl. H.-J. Treder, Die Eigenschaften physikalischer Prozesse und die geometrische Struktur von Raum und Zeit, Deutsche Zeitschrift für Philosophie 14(1966), S. 562–565; ders., Die Geometrisierung der Physik und die Physikalisation der Geometrie, in: ders., Große Physiker und ihre Probleme. Studien zur Geschichte der Physik, Berlin 1983.

46 | Vgl. H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch, a.a.O.; dies., Die Wirklichkeit der Physik, a.a.O., S. 242–271; dies., Kantscher Raumbegriff und Einsteins Theorie. Erkenntnistheoretischer Apriorismus und neuzeitliche Physik, Deutsche Zeitschrift für Philosophie 40(1992), S. 24–41. – Die Möglichkeit der Messung vorauszusetzen ist übrigens nicht identisch damit, theoretische Vorleistungen überhaupt, auf denen die jeweilige Theorie beruht, anzuerkennen. Gewiss stützt sich jede Theorie auf theoretische Erkenntnisse, die ihr vorausgegangen sind. Aber sie erklären nicht den Zusammenschluss von Subjekt und Objekt der Erkenntnis, vermitteln nicht zwischen diesen (es sei denn, sie würden sich messtheoretisch niederschlagen).

47 | Dieser Terminus wird hier weder in dem Sinne benutzt, in dem Hegel ihn gebraucht, noch in dem, in dem er in der Logik auftritt, oder in sonst einem anderen festgeschriebenen Sinne. Er ist lediglich ein gewählter Name, um die spezifische Erscheinungsform des als Bewegung daseienden Widerspruchs in der Physik zu bezeichnen. (Ausführlich siehe H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch, a.a.O.)

lismus von Raum-Zeit und physikalischer Wechselwirkung resp. von Geometrie und Dynamik, von Teilchen und Feld, von passiven und aktiven Prinzipien und anderen. Die Spezifik des Dualismus gegenüber dem Widerspruch ergibt sich aus der genannten Notwendigkeit, die Momente eines Konkretums nicht nur zu unterscheiden, sondern zu trennen, wenn man messen will. Daher die Zweiteilung. Doch es fallen die beiden Seiten des Dualismus auch nicht auseinander, da sie durch die Zwänge der Messung aufeinander bezogen sind, derart, dass sie außerhalb dieser Beziehung keine Bedeutung haben. Dabei sind die beiden Seiten der Dualismen im Rahmen einer bestimmten physikalischen Theorie durchaus nicht gleichrangig, sondern die erstgenannte hat, bezogen auf die zweitgenannte, jeweils den Charakter einer Voraussetzung, die im Wesentlichen messtheoretisch bestimmt ist. Das Verhältnis der beiden Seiten eines Dualismus ist das zweier gegensätzlicher Bestimmungen eines Widerspruchs, von denen die eine gewissermaßen als Etalon festgeschrieben wird, während die andere das darstellt, was an diesem Etalon gemessen wird. So legt die klassische Mechanik den Schnitt zwischen geradlinig gleichförmige und beschleunigte Bewegung, wobei sie erstere als Bewegungsetalon bestimmt. Es ist wichtig, darauf zu verweisen, dass die Physik selbst in ihrer elementarsten Form, als klassische Mechanik, die notwendige Aufspaltung nicht zwischen Ruhe und Bewegung bzw. zwischen bewegungslosem Gegenstand und ungegenständlicher Bewegung vollzieht. Das besagt, das oftmals der klassischen Mechanik unterstellte Konzept von der Inaktivität der Materie kommt in der klassischen Mechanik nicht einmal auf der Seite der passiven Prinzipien vor.

Die Fassung der Bewegung, des daseienden Widerspruchs, als Dualismus ist die naturwissenschaftlich-produktive Verwendung dessen, was Hegel als äußerliche Dialektik beschreibt.⁴⁸ Der be-

48 | Vgl. G.W.F. Hegel, Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie I, in: Werke, a.a.O., Bd. 18, S. 303. – In der Tat ist es äußerlich, die entgegengesetzten Seiten des Widerspruchs in Wesen und (unwesentliches) Verhalten dieses Wesens zu zerreißen. Im Prinzip kann der Riss an jede beliebige Stelle manövriert werden. Wird die genannte Denkweise aber messtheoretisch verwendet, so ist die Willkür aufgehoben. Denn es kommt ja darauf an, den Schnitt so zu legen, dass Messung überhaupt ermöglicht wird. Und der Gegenpol des Wesens ist dann auch kein unwesentliches Verhalten mehr. Es ist Verhalten, beschrieben in der Dynamik. Damit ist er das, was

rechenbare und messbare Widerspruch kann seinem Wesen nach niemals der philosophisch-konkrete, der dialektische Widerspruch sein. Aber umgekehrt ist auch der dialektische Widerspruch nicht voll zu begreifen, hat der Gedanke nicht den Weg über diesen berechen- und messbaren Widerspruch, etwa über die physikalischen Dualismen, genommen und auf diese Weise der Philosophie den Stoff entgegengearbeitet.⁴⁹

Moderne Naturwissenschaft und philosophische Erkenntnis |

Dialektik als Lehre von Denkbestimmungen?

Das sich hier abzeichnende Dialektikkonzept impliziert, dass es keine unmittelbare Beziehung von physikalischer Tatsache und Philosophie gibt, und es wird deshalb nicht – wie oft versucht – Dialektik als eine Dialektik von Sachverhalten an Entitäten oder von Sätzen über diese verstehen. Es kann vielmehr Dialektik als Lehre von Denkbestimmungen und der Bewegung von Denkbestimmungen konzipieren⁵⁰, und zwar ohne in den Subjektivismus zu geraten.

Wie sich zeigt, berühren Grundlagenfragen der Physik – und zwar in ihrem Kern – das Problem, wie der Mensch zu wissenschaftlichen Erkenntnissen kommt, tangieren also in ihrem Kern die philosophische Fragestellung.⁵¹ Hier wurde das daran de-

Apriorismus und Erkenntnismittel

die Physik ausmacht (was sie von bloßer Statik oder Kinematik unterscheidet). Das Wesen verwandelt sich zur messtheoretischen Voraussetzung der Dynamik, in ein den Belangen der Dynamik angemessenes Etalon. So legt eben die klassische Mechanik z. B. den Schnitt zwischen geradlinig gleichförmige und beschleunigte Bewegung, wobei sie erstere als Bewegungs-etalon bestimmt. Auf der Grundlage dieser Aufspaltung bildet dann die Klasse aller Inertialsysteme den physikalischen Raum, vor dem als Hintergrund die beschleunigte Bewegung der physikalischen Materie (etwa die gravitative Wechselwirkung) in der Dynamik beschrieben wird.

49 | Vgl. H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch, a.a.O., S. 168–172.

50 | Vgl. H. F. Fulda, Dialektik in Konfrontation mit Hegel, in: Dialektik 2, Köln 1981.

51 | Vgl. z. B. H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Die Notwendigkeit der Philosophie für die Naturwissenschaft, in: Dialektik 1, Köln 1980; dies., Noch einmal über das Bedürfnis der Naturwissenschaften nach Philosophie, a.a.O.; dies., Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch, a.a.O.; dies., Die Wirklichkeit der Physik, a.a.O.; dies., Action and Reaction. Studies on Motion and Contradiction, Berlin 2001.

monstriert, dass jede physikalische Theorie einen apriorisch-messtheoretischen Anteil enthält, der die Notwendigkeit eines physikalischen Erkenntnismittels zum Ausdruck bringt und daher niemals ersatzlos gestrichen werden kann. Programme zur Weiterentwicklung der Physik, die das nicht berücksichtigen, die darauf abzielen, alle Dualismen völlig aufzulösen, eine unitäre Theorie zu begründen oder eine physikalische Weltformel zu finden, können aus diesem Grunde keinen totalen Erfolg haben. Ein Rückblick auf die bisherige Entwicklung der Physik zeigt, dass diese sehr wohl im Wesentlichen darin bestand, den apriorischen Anteil zu reduzieren und den dynamischen zu erweitern. Doch die Beseitigung des apriorischen Anteils ist eine Aufgabe, deren totale Erfüllung der Physik nie gegeben, aber stets aufgegeben ist.

Widerlegung des Apriorismus durch die Relativitätstheorie? Philosophische Konzeptionen, die nicht analysiert hatten, wie in der Physik Theorie und Wirklichkeit miteinander vermittelt werden, führten zu rationalistischen und empiristisch-mechanizistischen Auswüchsen, als mit dem Nachweis der Existenz und physikalischen Relevanz nicht-euklidischer Geometrien das Kant'sche Argument von der Denknöwendigkeit der euklidischen Geometrie zusammenbrach. Aus rationalistischer Sicht wurde aus der Tatsache, dass die Allgemeine Relativitätstheorie nicht nur euklidische Räume, sondern alle Riemann'schen Räume physikalisch bedeutsam macht, geschlossen, dass der Raum willkürlich vorgegeben werden könne, dass er lediglich eine rationale Setzung, ein Ordnungsschema, sei. Von mechanizistischer Seite wurde der genannte Nachweis dagegen schlechthin als Widerlegung des Kant'schen Raum-Zeit-Apriorismus aufgefasst, indem man die Raum-Struktur für völlig aus den dynamischen Gleichungen, d. h. aus den Feldgesetzen der Allgemeinen Relativitätstheorie, herleitbar hielt, der physikalischen Raum-Zeit also keinerlei apriorische Funktion mehr zugestand.

Die von beiden Richtungen gezogenen Konsequenzen halten jedoch einer Prüfung nicht stand. Die Kant'sche Erkenntniskritik überschritt die Grenzen sowohl des Rationalismus als auch des Empirismus, indem sie mit ihrer These von Raum und Zeit als reinen Anschauungsformen a priori die Notwendigkeit eines Erkenntnismittels begriff. Dieses subsumierte Kant weder rationalistisch unter das Erkenntnissubjekt noch empiristisch unter das Erkenntnisobjekt. Er begründete den Raum (und die Zeit) als Anschauungsform a priori, indem er sich auf die vermeintliche

Denknotwendigkeit der euklidischen Geometrie stützte. In dieser Weise wurde der Raum als Voraussetzung der Physik aufgefasst und fungierte als Vermittler zwischen Verstand und sinnlicher Wahrnehmung. Erst durch diese Vermittlung – so meinte Kant – sei Erfahrung und sei Wissenschaft möglich. Und obwohl es sich als maßgeblicher Defekt der Kant'schen Philosophie erwiesen hat, die Herkunft der von der Physik vorauszusetzenden Gedankenbestimmungen, mithin die Herkunft der ›apriorischen‹ Anschauungsformen und Verstandesbestimmungen nicht aufklären zu können, charakterisiert der Raum-Zeit-Apriorismus Kants doch insofern den gnoseologischen Status der Physik, also ihre Stellung zur Objektivität, als auch die moderne Physik (d.i. dieselbe, die die physikalische Relevanz nicht-euklidischer Geometrien bewies) die euklidische Geometrie aus Messgründen für die Physik als denknotwendig (da messnotwendig) erweist. (Man muss natürlich zwischen der apriorischen Funktion und der aposteriorischen Herkunft der Geometrie unterscheiden.⁵²)

Die Bedeutung des Erkenntnismittels der Physik, die sich in der Dualität der Grundlagen bisher diskutierter physikalischer Theorien widerspiegelt, zeigt sich in der Quantenmechanik in geradezu unverhüllter Form. Das ungenügende Bewusstsein der philosophisch-erkenntnistheoretischen Voraussetzungen der Physik hat aber dazu geführt, dass durch die Quantenmechanik die Einsicht in den Erkenntnisgang der Physik nicht spontan gefördert wurde. So haben Fragen, die z. B. im Zusammenhang mit dem Welle-Teilchen-Dualismus auftraten, vielmehr verschiedentlich einen Skeptizismus bezüglich der Möglichkeiten physikalischer Erkenntnis erzeugt. Letztlich gründet dies im unerkannten Doppelcharakter der physikalischen Größe als erkenntnistheoretisches Mittel und als physikalisches Objekt. Der Physiker verhält sich als Physiker korrekt, wenn er dieses Objekt zum Gegenstand schlechthin erklärt. Beteiligt er sich jedoch an erkenntnistheoretischen Diskussionen, so muss diese Gleichsetzung aufgehoben und der Doppelcharakter ins Auge gefasst werden. Sieht man nur den Mittelaspekt, so führt dies zu subjektivistischen Auslegungen; sieht man nur den Objektaspekt, so gelangt man zu ontolo-

Subjektivierung
der Physik durch
die Quanten-
mechanik?

52 | Vgl. R. Wahsner, Apriorische Funktion und aposteriorische Herkunft. Hermann von Helmholtz' Untersuchungen zum Erfahrungsstatus der Geometrie, in: Universalgenie Helmholtz. Rückblick nach 100 Jahren, hg. v. L. Krüger, Berlin 1994.

gistischen Interpretationen. In beiden Fällen wird jedoch versucht, die drei Momente des Erkenntnisprozesses wieder auf zwei zu reduzieren. Hat man jedoch die Notwendigkeit eines Erkenntnismittels für die Physik (wie für jeden Erkenntnisprozess) und seinen epistemologischen Status begriffen, kann man die Ergebnisse der Quantenmechanik positiv lesen, sie als Auseinandersetzung um eine Neukonstruktion physikalischer Objekte und um die Einsicht in ihren epistemologischen Status begreifen. Und erst dieses Begreifen kann das Entsetzen über die Quantenmechanik beenden.⁵³

Physik und Historizität Von dem hier skizzierten Standpunkt aus sei noch einmal die eingangs implizit genannte Frage gestellt: Wie steht die Physik zur Historizität? Kurz und knapp könnte man antworten: Die Physik hat die Bewegung zum Gegenstand, und in der Weise, in der Bewegung (und zwar Bewegung in ihrer physikalischen Fassung) etwas mit Entwicklung zu tun hat, in der Weise hat die Physik die Entwicklung zum Gegenstand. Zudem kommt über die Rand- und Anfangsbedingungen resp. über Zusatzpostulate eine historische Komponente ins Spiel. Der Begriff *historische Komponente* ist natürlich nicht mit dem philosophischen Begriff *Geschichtlichkeit* oder *Entwicklung* identisch. Er bedeutet etwas weitaus weniger Anspruchsvolles. Die Physik schließt so die Geschichtlichkeit nicht aus, ist mit Entwicklung vereinbar, aber sie erfasst sie nicht unmittelbar. Das physikalische Gesetz fasst die Geschichtlichkeit nicht oder eben nur insoweit, inwieweit Bewegung Entwicklung ist. Vom Prinzip her hat sich daran durch die moderne Physik, etwa die nichtlineare Thermodynamik oder die Kosmologie, nichts geändert. Wie gezeigt wurde, kommt auch mit ihr die Historizität nur durch bestimmte Zusatzannahmen in die Physik.⁵⁴ Ein historisches Phänomen irgendwie darstellen zu

53 | H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, *Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch*, a.a.O., S. 91–108; dies., *Die Wirklichkeit der Physik*, a.a.O., S. 74–81, 259–271; dies., *Non-locality versus Locality: The Epistemological Background of the Einstein-Bohr Debate*, in: *Classical and Quantum Nonlocality*, hg. v. P.G. Bergmann, V. de Sabbata, J.N. Goldberg, Singapore, New Jersey, London, HonKong 2000, S. 21–50.

54 | H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, *Did the Nonlinear Irreversible Thermodynamics Revolutionize the Classical Time Conception of Physics?* *Foundations of Physics* 14(1984), 653–670; dies., *Evolutionism as a Modern Form of Mechanicism*, *Science in Context* 2(1988), pp. 287–306;

können, ist ja noch kein Zeichen für die Begründung einer Entwicklungstheorie. Eine solche Darstellung schafft jede Beschreibung eines sinnlich-konkreten Sachverhalts. Es geht vielmehr darum, worum es auch schon Kant mit seiner *Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels* ging: die Geschichtlichkeit im Gesetz zu erfassen. Ob *das* die Physik kann, ist die Frage. Klassische Entwicklungskonzeptionen sind ja gerade deshalb bedeutsam, weil sie nach einem Weg suchten bzw. einen Weg fanden, das *gesetzmäßige* Entstehen von Neuem darzustellen, eine Theorie zu begründen, in der Geschichtlichkeit und Gesetzmäßigkeit einander nicht ausschließen, eine Theorie, die nachweist, dass es Gesetze der Geschichte gibt, dass die Geschichtlichkeit gesetzmäßig erfasst werden kann.

Eine solche Theorie ist die Physik nicht, was – wie gezeigt werden sollte – essenziell dadurch bedingt ist, dass sie ihre Erkenntnisse durch den messenden Vergleich gewinnt, durch den alle ihre Begriffe und Theorien geprägt sind. Dies zu konstatieren muss man nicht als eine »vor einen Philosophen [...] betübte Entschließung«⁵⁵ werten, wenn damit nicht behauptet werden soll, man könne über die Natur nur das in Erfahrung bringen, was die Physik über sie in Erfahrung bringen kann. Es gibt ja auch in der Wissenschaft eine Arbeitsteilung. Die Sphäre der Physik ist keine ontologische Sphäre; die Sphäre der Physik ist die der Messung und Berechnung. Der messende Vergleich, der es zunächst ausschließt, Entwicklungsprozesse zu fassen, ist eine *grundlegende Voraussetzung* für eine (nicht von der Physik gegebene) Entwicklungstheorie. Es ist durchaus denkbar, dass man späterhin als Physik den Teil der Naturwissenschaft bezeichnet, der den Part der messenden Vergleichsarbeit übernimmt, als unabdingbare Basis, auf der naturwissenschaftliche Evolutionstheorien errichtet werden können. Denkbar ist aber ebenso, dass jede naturwissenschaftliche Disziplin selbst einen

dies., *Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch*, a.a.O., S. 118–137; dies., *Die Wirklichkeit der Physik*, a.a.O., S. 288–298.

55 | I. Kant, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, in: ders., *Werke*, a.a.O., Bd. I, S. 363. Ausführlicher darüber R. Wahsner, *Messender Vergleich und das physikalische Erfassen von Entwicklungsprozessen*, in: *Theorie und Geschichte des Vergleichs in den Biowissenschaften*, hg. v. M. Weingarten und W.F. Gutmann, Frankfurt a.M. 1993, S. 29–44.

solchen ›Teil‹ entwickeln muss – womit sie dann vor dem Problem der heutigen Physik stünde.

Doch welche Variante sich auch verwirklicht, in jedem Fall kann festgehalten werden: Eine messtheoretisch begründete Wissenschaft kann in ihren Gesetzen Entwicklung nicht fassen, aber ohne eine messtheoretisch begründete Wissenschaft wird man nie zu einer Entwicklungstheorie gelangen.

Verschuldet die Naturwissenschaft die inhumane Gestaltung und Anwendung der Technik? | Die falsche Bestimmung der naturwissenschaftlichen Rationalität bringt der Naturwissenschaft zahlreiche Vorwürfe ein, die inzwischen schon zum Klischee geworden sind. Man spricht von der strukturellen Verantwortlichkeit der Naturwissenschaft für Umweltschäden, Atomwaffen, Genmanipulation, davon dass die wissenschaftliche Rationalität einen zutiefst instrumentellen Charakter habe, woraus folge, dass sie für die Herrschaft des Menschen über den Menschen verantwortlich sei.⁵⁶ Der Physiker Pascual Jordan (1902–1980) sah die Sache anders herum. Er konstatierte, dass das Ansehen der Naturwissenschaft mit der Ideologie des Menschheitsfortschritts verknüpft ist, daher, seitdem diese Ideologie in die Krise geraten ist, die Rede von der »Krise der Naturwissenschaft« geht.⁵⁷

Der Mittel- Um herauszufinden, ob der Zusammenhang so ist, wie ihn Jordan darstellt, oder so, wie ihn der heutige Zeitgeist bevorzugt, bedarf es zunächst einer epistemologischen Analyse der Naturwissenschaft, insbesondere der Physik.⁵⁸ Sie führt zu dem Ergebnis, dass die Naturwissenschaft *Erkenntnisfortschritt* erbringt, hingegen für den technischen, den sozialen, den kulturellen Fortschritt ›nur‹ ein Mittel ist. Die Verwendung, die Gestal-

56 | Vgl. z.B. H. Marcuse, *Der eindimensionale Mensch. Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft*, Darmstadt, Neuwied 1967, S. 172, 159–183.

57 | Vgl. P. Jordan, *Physikalisches Denken in der neuen Zeit*, Hamburg 1935, S. 45.

58 | Vgl. R. Wahsner, *Verstand – Vernunft – Verantwortung. Ist die Naturwissenschaft schuld an der inhumanen Gestaltung und Anwendung der Technik?*, in: dies., *Zur Kritik der Hegelschen Naturphilosophie*, a.a.O., S. 167–174 (Anhang); R. Wahsner und H.-H. v. Borzeszkowski, *Die Wirklichkeit der Physik*, a.a.O., S. 341–357.

tung, der Einsatz dieses Mittels ist abhängig von dem Subjekt, das es benutzt oder gestaltet. Der Charakter als Mittel bedingt natürlich auch vielfältige Verwendungsmöglichkeiten, vergleichbar denen eines Messers, mit dem man sowohl einen Menschen erstechen als auch Brot schneiden kann, ohne dass jemand auf die Idee käme, diese oder jene Benutzung dem Messer anzulasten.⁵⁹

Die Bestimmung der Naturwissenschaft als Mittel unterstellt die Unterscheidung von Naturwissenschaft und naturwissenschaftlichem Weltbild, im Einklang mit der Erkenntnis, dass die naturwissenschaftliche bzw. die physikalische Welt nicht die sinnlich-konkrete, sondern eine ideale oder ideierte Welt ist, gefasst unter der Form des Objekts.⁶⁰ Die physikalischen Idealitäten verwandelt nun die Technik in gegenständliche Realitäten. Sie schafft eine bestimmte Wirklichkeit, eine Wirklichkeit, die »von Natur aus« nicht da ist. Jedoch ist die Technik – wie übrigens auch jedes Experiment – nur die Realisierung *bestimmter* Lösungen der das physikalische Gesetz bildenden physikalischen

59 | Die mitunter erhobene Forderung, man möge doch nur Mittel entwickeln, die ausschließlich der konstruktiven und humanen Verwendung fähig sind, bleibt nicht nur den Beweis der Möglichkeit dessen schuldig, sondern sieht in der Entmündigung des Subjekts den einzigen Ausweg.

60 | Zu der analogen notwendigen Unterscheidung zwischen der physikalischen Theorie der klassischen Mechanik und ihrer philosophischen Rezeption im mechanizistischen Weltbild siehe H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, Einleitung zu: Voltaire, Elemente der Philosophie Newtons/Verteidigung des Newtonianismus/Die Metaphysik des Neuton, hg., eingeleitet und mit einem Anhang versehen von R. Wahsner und H.-H. v. Borzeszkowski, Berlin 1997, sowie die darin zitierte einschlägige Literatur; dies., Not Even Classical Mechanics Is Mechanistic, in: Worldviews and the Problems of Synthesis, vol. 4: The Yellow Book of »Einstein Meets Magritte«, hg. v. D. Aerts, J. van der Veken, H. van Belle, Dordrecht, Boston, London 1999; dies., Voltaire's Newtonianism as a Bridge from English Empiricism to Cartesian Rationalism and Its Implications for the Concept of Mechanics in German Idealism, in: Action and Reaction, a.a.O.; dies., Christian Wolff's Mechanical Philosophy: A Comparison with Isaac Newton's Mechanics, in: Action and Reaction, a.a.O.; R. Wahsner, Mechanism-Technizism-Organism. Der epistemologische Status der Physik als Gegenstand von Kants Kritik der Urteilskraft, in: Naturphilosophie im Deutschen Idealismus, hg. v. K. Gloy und P. Burger, Stuttgart 1993.

Gleichungen. Das Gesetz für sich genommen beschreibt noch kein einziges physikalisches System. Das gelingt erst, wenn man unter Hinzugabe bestimmter Anfangs- und Randbedingungen aus dem Gleichungssystem eine bestimmte Lösung ausrechnet. Jedes physikalische Gesetz oder physikalische Allgemeine enthält jedoch unendlich viele mögliche Lösungen, die niemals alle berechnet, geschweige denn technisch vergegenständlicht werden können. Die Technik kann insofern niemals die Wirklichkeit *der* Physik sein. Und *welche* der im Gesetz enthaltenen Möglichkeiten verwirklicht wird, ist nicht durch die Physik bestimmt, sondern durch die kulturhistorisch oder sozialökonomisch determinierten Interessen derjenigen, die die Auswahl aus der Fülle der physikalischen Möglichkeiten entscheiden. So gesehen ist die Technik eher die Wirklichkeit des kulturhistorischen Konzepts, der sozialen Beziehungen, der Ökonomie und der gesellschaftlichen Moral. (Verantwortlich ist der Naturwissenschaftler [was auch nicht dasselbe wie die Naturwissenschaft] natürlich dafür, diese Möglichkeiten, soweit er sie überschauen kann, aufzuweisen.)

Es kommt also darauf an, die Naturwissenschaft als Mittel zu begreifen. Die Mittel aber sind allgemeiner als die Zwecke. Das heißt, man kann und soll nicht alles tun, was möglich ist. Oder: Wenn etwas möglich ist, besteht ja kein Zwang, es auch zu tun.⁶¹ Die Verfluchung der wissenschaftlichen Rationalität oder auch des rechnenden Verstandes ist entweder ein Ablenkungsmanöver oder beruht auf einem unaufgeklärten Denken, einem, das den epistemologischen Status der Naturwissenschaft, insonderheit den der Physik, nicht analysiert hat.

Industrielle Produktionsweise und naturwissenschaftliche Denkweise Wenn Marcuse sagt, die wissenschaftliche Rationalität habe zutiefst instrumentellen Charakter, dann hat er zweifelsfrei recht, aber daraus folgt eben nicht, dass die wissenschaftliche Rationalität für die Herrschaft des Menschen über den Menschen verantwortlich ist. Das Problem liegt schon – da hat er wiederum recht – in der Trennung von Logos und Eros oder von Verstand

61 | Die Identifizierung von Möglichkeit und Wirklichkeit resp. Notwendigkeit hat schon verschiedentlich zu Komplikationen geführt. Es gab Zeiten, da man glaubte, wenn man die Notwendigkeit einer Sache dargelegt hat, dann habe man auch ihre Möglichkeit aufgezeigt. Und in der Technikdebatte schließt man weitgehend von der Möglichkeit auf die Notwendigkeit einer Entwicklung.

und Vernunft, aber diese kann nicht durch die Vernichtung oder Erotisierung des Logos bzw. des Verstandes aufgehoben werden.⁶² Erfordert ist eine Synthese beider bei ihrer jeweiligen vollen Ausgestaltung. Es ist also der Logos zu entwickeln, desgleichen der Eros – und die Fähigkeit, beide miteinander zu synthetisieren. Diese Synthese konstituiert die Vernunft – dargestellt letztlich in der Philosophie.

Wird das Verhältnis der Naturwissenschaft zur heutigen Umwelt- und Technikproblematik analysiert, dann ist natürlich andererseits auch offensichtlich, dass jene Problematik mit der Industrialisierung wesentlich verknüpft ist, die ihrerseits ohne die Naturwissenschaft nicht möglich ist. Zugleich ist es wahr, dass der Übergang zur industriellen Produktion eine grundlegende Bedingung für die Herausbildung der Naturwissenschaft im neuzeitlichen Sinne darstellt, dass die industrielle Produktionsweise die naturwissenschaftliche Denkweise erst ermöglichte: Erst die industrielle Serienproduktion erzeugt (nahezu) identische Gegenstände, die (nahezu) vollständig einem vorgegebenen Muster entsprechen und insofern ideale Gegenstände verkörpern – im Unterschied zu den zufälligen Variationen reiner Naturprodukte. Erst die der industriellen (und handwerklichen) Produktion im Gegensatz zur agrarischen Produktion eigentümliche Abstraktion von der natürlichen Genese der Naturdinge ist die Voraussetzung, um die der Naturwissenschaft gemäßen messtheoretisch bestimmten Verstandesgegenstände denken zu können.⁶³ Doch gibt es einen unabdingbaren Zwang, dass eine industrielle Produktion nur in den bislang bekannten Formen existieren kann?

Der bisherige Gang der Industrialisierung hat den Menschen in die Lage versetzt, Prozesse einzuleiten, die als solche in der (uns bekannten) unberührten Natur nicht vorkommen, aber von einer Größenordnung sind, dass sie dem Menschen über den Kopf wachsen, quasi selbst geschaffene Naturgewalten darstellen. Nun ist der Mensch Mensch, weil und indem er die Natur

Reparatur oder
Neuentwurf

62 | Es wäre ein Missverständnis, *Logos* mit *Verstand*, *Eros* mit *Vernunft* zu identifizieren, aber ihre jeweiligen Trennungen sind Momente ein und desselben Prozesses.

63 | Zur philosophischen Problematik dieses Zusammenhangs vgl. auch R. Wahsner, Die Macht des Begriffs als Tätigkeit (§ 208). Zu Hegels Bestimmung der Betrachtungsweisen der Natur, a.a.O.

verändert. Dies ist zwangsläufig mit der Entwicklung gewisser Arbeitsinstrumente, also der Entwicklung einer Technik verknüpft. Auf Technik zu verzichten hieße, ins Tierreich zurückzukehren. Doch wäre nicht auch eine ganz andersartige Veränderung der Natur durch den Menschen als Lösung denkbar, eine Veränderung, die auf der Konzeption eines neu entworfenen Naturgleichgewichtes beruht, also der vorsätzlichen Begründung eines neuen Systems von Kreisläufen, das den Menschen in seiner Spezifik mit einschließt?⁶⁴

Ein solches Verhältnis des Menschen zur Natur ist natürlich nicht per Willenserklärung herbeizuführen. Zu seiner Verwirklichung bedarf es zunächst einer weitgehenden theoretischen Aneignung der Natur, also sowohl eines ausgeprägten, umfassenden so genannten Verstandeswissens als auch der philosophischen Antwort auf die Frage, was die Natur sei. Es bedarf einer gekonnten Planung und Gestaltung des gegenständlichen Mensch-Natur-Verhältnisses im Interesse der gesamten Menschheit. Und mit Menschheit ist selbstredend nicht nur die Bevölkerung der Industrienationen gemeint, sondern die Gesamtheit aller auf der Erde lebender und leben werdender Menschen.

Um jedoch ein Subjekt *Menschheit* zu haben, muss es mehr sein als nur die Sammelbezeichnung aller jemals gelebt haben und leben werdenden Menschen. Ein solches Subjekt ist erforderlich, weil eine Gestaltung des Mensch-Natur-Verhältnisses im Interesse der Menschheit nur möglich ist, wenn es einen ›Träger‹ des Menschheitsinteresses gibt. Es kann dies keine kleine

64 | Es mag erforderlich sein, explizit zu vermerken, dass hier von Natur insofern die Rede ist, als der Mensch ein gegenständliches Verhältnis zu ihr hat; und das ist im Wesentlichen die irdische Natur und die des erdnahen Raumes bzw. unseres Sonnensystems. Die Natur als solche kann der Mensch gar nicht zerstören, er kann sie auch nicht entmachten. Er kann allerdings bestimmte ihrer Erscheinungsformen in bestimmten raum-zeitlichen Bereichen vernichten, z. B. die Bedingungen irdischen Lebens oder die bestimmter Formen irdischen Lebens. Er kann sich auch nicht – selbst, wenn er es will – von der Natur schlechthin emanzipieren; denn er ist nicht nur ein soziales, sondern auch ein natürliches Wesen. Dies ändern zu wollen könnte höchstens zum Selbstmord führen (ohne dass er danach kein natürliches Wesen mehr wäre). Er kann ›nur‹ dafür sorgen – und das macht sein Menschsein aus –, dass er der Natur nicht blind ausgeliefert ist, er kann sie so gestalten, dass er mit ihr und in ihr seine Zwecke realisieren kann.

Gruppe von Leuten sein, die aus hochehrwürdigen moralischen Gründen oder fachlicher Einsicht dafür eintritt. Und dieser ›Träger‹ muss über die Industrie bzw. die dann eventuell anderen Mittel der Produktion verfügen. Ein solcher Zustand ist, wenn nicht überhaupt illusorisch, in weiter Ferne. Aber man muss sich seine Notwendigkeit ausmalen, damit man weiß, worauf man zuarbeiten muss. Und bei diesem Daraufzuarbeiten ist vieles zu bedenken und zu tun, was unmittelbar mit *Umwelt* und *Technik* gar nichts zu tun hat oder nichts zu tun zu haben scheint (z. B. die epistemologische Analyse der Naturwissenschaft).

Aber auch dann, wenn dieser Zustand vielleicht einmal erreicht sein sollte, ist der Mensch nicht Gott. Seine Mittel sind immer beschränkt, und er sieht nie alles voraus, was er mit seinen Handlungen bewirkt. Dessen muss er sich stets bewusst sein. Und er bleibt auch dann ein Naturwesen. Gerade deshalb braucht er die Technik, die er mit Verantwortung, in gründlicher Kenntnis der Prinzipien der Sozietät gebrauchen, die er als Vernunftwesen gestalten sollte.

Der eigenständige epistemologische Status der Naturwissenschaft | Der Übergang von der Naturwissenschaft zur Naturdialektik ist der Übergang vom Standpunkt der Gleichsetzung des Menschen mit der Natur zum Standpunkt der Selbstbestimmung des Menschen. Die Naturwissenschaft verhält sich zur Philosophie wie Vergleichen zu Verändern, wie das Experiment zur menschlichen Arbeit überhaupt.

Um dieses Verhältnis bestimmen zu können, muss die naturwissenschaftliche Arbeit in den gesellschaftlichen Produktions- und Erkenntnisprozess als ganzen eingeordnet werden. Die Naturwissenschaft selbst kann jedoch nichts über ihre Einordnung in das gesellschaftliche Gesamtsystem, über die Gründe ihrer Entstehung und Wirksamkeit aussagen, sie kann sich nicht selbst begreifen. Dazu bedarf es der einzelnen Geistes- und Sozialwissenschaften und vor allem der Philosophie. Diese wird bei allem Fortschritt der empirischen Wissenschaft niemals in ›positive Wissenschaft‹ aufgelöst werden können. Denn wenn die Naturwissenschaften es sich zur Aufgabe stellen, eine bestimmte Bewegungsart messbar und berechenbar zu machen, so bleibt auch nach der Lösung dieser Aufgabe das Problem bestehen, die von ihnen dabei vorausgesetzten Prinzipien zu begründen – was zwar streckenweise die eine empirische Wissenschaft für die andere

Die Grenze der
Naturwissen-
schaft

leisten kann, letztlich aber doch einer Reflexion über das erkennende Subjekt bedarf.

Aus diesem Grunde kann es auch keine *naturwissenschaftliche* Darstellung des Weltganzen oder der Totalität geben.

Die Notwendigkeit, das Subjekt als Subjekt zu denken

Das Erkenntnissubjekt aber ist kein bloßes Objekt unter Objekten innerhalb der zu erkennenden Natur. Behandelt man es dennoch so, dann untersucht man nicht eigentlich das Erkenntnissubjekt, sondern macht sich den Menschen oder das Bewusstsein zum Objekt. Es ist dies durchaus eine legitime Vorgehensweise, nur kann durch sie eben nicht herausgefunden werden, wie das Subjekt sich selbst gegeben ist. *Die Möglichkeit, das Subjekt auch als Objekt zu denken, ersetzt nicht die Notwendigkeit, das Subjekt auch als Subjekt zu denken.* Genau darum geht es aber, und genau das kann die Naturwissenschaft nicht leisten. Für sie ist – wie gezeigt – die im Gegensatz zur Subjektivität gefasste Objektivität geradezu das Merkmal wahrer Erkenntnis. Sobald man aber die Welt ausschließlich unter dem Aspekt des Objekts fasst, hat man das Subjekt schon ausgeschaltet. Es verbleibt explizit nur noch als äußerer Beobachter, und es reflektiert sich implizit in der Entscheidung, die objektiv reale Außenwelt als gegeben zu setzen. In der naturwissenschaftlichen Theorie selbst (zumindest gilt dies für eine physikalische Theorie) wird das Erkenntnissubjekt vertreten durch das Erkenntnisinstrument, taucht objektiviert als Messmittel auf.

Nun negiert der naturwissenschaftliche Standpunkt nicht schlechthin das Subjekt, er hält nur im Grunde nicht verschiedene Subjekte für möglich (und darf es nicht). Von ihm aus kann die Beschaffenheit des Subjekts als Subjekt nicht erkundet, mithin die epistemologischen Grundlagen der Naturwissenschaft als solcher nicht aufgedeckt werden. Die Naturwissenschaft als Naturwissenschaft reflektiert nicht ihren eigenen erkenntnistheoretischen Standort. Hingegen muss die Philosophie, die das Subjekt (d.h. nicht den Einzelnen, sondern die menschliche Gattung) zum Gegenstand hat, ihren eigenen Standpunkt und das impliziert auch andere mögliche Standpunkte reflektieren, also deren Gründe, deren Bedingtheit erklären. Sie setzt das Subjekt in seiner Existenz als gegeben und untersucht seine Beschaffenheit, um dann unter Einschluss der Naturerkenntnis, d.i. der Objekterkenntnis (wodurch deren philosophisch-gnoseologische Grundlagen erklärt werden), die Einheit von Subjekt und Objekt denken zu können oder – wie Hegel es ausdrückt – die Entzwei-

ung, die der Quell des Bedürfnisses nach Philosophie ist, aufzuheben.⁶⁵ (Welche Art von Philosophie dabei entsteht, hängt vom unterstellten Subjekt ab.) Philosophie und Naturwissenschaft benötigen sich gegenseitig und stützen einander ab, und sie können es, weil es niemals nur Philosophie oder nur Einzelwissenschaft gibt.⁶⁶

Naturwissenschaftliches Denken und dialektische Philosophie unterscheiden sich kategorial – und müssen es. Hieraus folgt nicht, dass das naturwissenschaftliche Denken der Dialektik widerspricht. Die Zenon'schen Bewegungsparadoxe diskutierend behauptet Hegel: »Was die Schwierigkeit macht, ist immer das Denken, weil es die in der Wirklichkeit verknüpften Momente eines Gegenstandes in ihrer Unterscheidung auseinanderhält. Es hat den Sündenfall hervorgebracht, indem der Mensch vom Baume der Erkenntnis des Guten und des Bösen gegessen, es heilt aber auch diesen Schaden.«⁶⁷ Das heißt, dass wir die Bewegung nicht vorstellen, ausdrücken, ausmessen, abbilden können, ohne das Kontinuierliche zu unterbrechen, ohne zu versimplen, zu vergrößern, ohne das Lebendige zu zerstückeln, abzutöten. Und darin liegt die Aufgabe der Dialektik, die sich durch die Forderung ausdrückt: Einheit, Identität der Gegensätze. Das Wesen der Dialektik besteht hiernach darin, die durch die Eigenart des Denkens bedingte Trennung der Momente aufzuheben, sie zu ihrer Einheit zusammenzudenken. Damit ist die Notwendigkeit des so genannten analytischen Erkennens als Voraussetzung des dialektischen Denkens gedacht, aber auch die Notwendigkeit des naturwissenschaftlichen Denkens. Denn die Entgegensetzung von Analytik und Dialektik reicht für eine adäquate philosophische Rezeption der Naturwissenschaft nicht aus. Die messende und rechnende Naturwissenschaft realisiert eine Erkenntnisart, die nicht auf analytische Erkenntnis (so wie sie in der klassischen deutschen Philosophie bestimmt wurde), auf Verstandestätigkeit zu reduzieren ist.⁶⁸

Dialektik als
Negation der
Isolierung

65 | Vgl. G.W.F. Hegel, Differenz des Fichteschen und des Schellingschen Systems der Philosophie, in: Werke, a.a.O., Bd. 2, S. 20–25.

66 | In der Antike kann man zumindest die Geometrie und Astronomie von der Philosophie unterscheiden.

67 | G.W.F. Hegel, Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie I, in: Werke, a.a.O., Bd. 18, S. 314.

68 | Auch die Floskel, es handele sich um die als Verstand tätige Ver-

Die *Dialektik als Negation der Isolierung* begriffen wird unterschieden sein, je nachdem, welcher Art die Isolierung ist, die aufgehoben werden muss. In diesem Sinne hängt vom philosophischen Begriff der Naturwissenschaft, hängt vom philosophischen Begriff einer messenden und rechnenden Wissenschaft das Konzept der Dialektik ab.⁶⁹ Speziell folgt hieraus, dass die These⁷⁰, wonach Dialektik *primär* als Dialektik von Bestimmungen zu betrachten ist, nicht aber als eine von Sachverhalten *an* Entitäten oder von Sätzen über diese, dass Dialektik primär Bewegungslehre von Gedankenbestimmungen ist, konstruktiv aufgenommen werden muss und kann, dass aus ihr nicht zwangsläufig ein Ablehnung ›objektiver‹ Dialektik folgt, sondern eine Klärung, was ›objektiv‹ in diesem Zusammenhang nur heißen kann.

Naturwissen-
schaft und
Naturphilosophie

Es gibt also keine dialektische Philosophie ohne Naturwissenschaft und ohne ihre Bestimmung, natürlich umgekehrt auch keine Naturwissenschaft ohne Philosophie. Gerade deshalb muss man sie wohl unterscheiden. Die tiefe Erkenntnis von Marx, *dass keine Philosophie, auch keine, die sich als Materialismus versteht, die Welt unter der Form des Objekts fassen darf*, muss durch die Erkenntnis ergänzt werden, *dass die Naturwissenschaft die Welt unter der Form des Objekts fassen muss*.⁷¹

nunft, trifft die Spezifik der Naturwissenschaft nicht. Und die Formulierung, das naturwissenschaftliche Vorgehen sei eine Synthese von Analytik und Dialektik, bestimmt nicht, nach welchen Prinzipien sich diese Synthese vollzieht.

69 | Vgl. dazu auch R. Wahsner, Was bleibt von Friedrich Engels' Konzept einer Dialektik der Natur?, in: Argument Nr. 194, 34(1992), S. 563–571, auch: Marxistische Blätter 33(1995), S. 37–43.

70 | Vgl. H. F. Fulda, Dialektik in Konfrontation mit Hegel, a.a.O., S. 83.

71 | Wer das leugnet, hat zu wenig auf Kant gesehen, wenn er Hegel kritisch aufheben will. – Hiermit wird auch klar, dass der so genannte naturwissenschaftliche Materialismus entweder die Einsicht in den epistemologischen Status der Naturwissenschaft bedeutet oder eine unzulässige Übertragung dieses Status auf den der Philosophie impliziert.

Weiterführende Literatur

- Beurton, Peter:** Werkzeugproduktion im Tierreich und menschliche Werkzeugproduktion, in: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 38(1990), S. 1168–1182.
- Boltzmann, Ludwig:** Populäre Schriften, Leipzig 1905.
- Cassirer, Ernst:** Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit, Bd. I–IV, Darmstadt 1994.
- Dijksterhuis, Eduard Jan:** Die Mechanisierung des Weltbilds, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956.
- Einstein, Albert:** Mein Weltbild, Frankfurt a.M. 1991.
— Aus meinen späten Jahren, Frankfurt a.M. 1990.
- Einstein, Albert, und Leopold Infeld:** Die Evolution der Physik, Wien, Hamburg 1950 und 1978.
- Heisenberg, Werner:** Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft, Leipzig 1942.
- Mach, Ernst:** Populär-wissenschaftliche Vorlesungen, Leipzig 1910.
— Kultur und Mechanik, Stuttgart 1915.
- Planck, Max:** Vorträge und Erinnerungen, Darmstadt 1979.
- Ruben, Peter:** Problem und Begriff der Naturdialektik, in: ders., Dialektik und Arbeit der Philosophie, Köln 1978.
- Schrödinger, Erwin:** Die Besonderheit des Weltbildes der Naturwissenschaft, in: ders., Gesammelte Abhandlungen, Wien 1984, Bd. IV, S. 409–453.
- Treder, Hans-Jürgen:** Große Physiker und ihre Probleme, Berlin 1983.
- von Helmholtz, Hermann:** Vorträge und Reden, Braunschweig 1896.
- Wahsner, Renate:** Die fehlende Kategorie. Das Prinzip der kollektiven Einheit und der philosophische Systembegriff, in: Wiener Jahrbuch für Philosophie XXXI/1999, S. 43–60.
- Warnke, Camilla:** Systemdenken und Dialektik in Schellings Naturphilosophie, in: H. Bergmann, U. Hedtke, P. Ruben und C. Warnke, Dialektik und Systemdenken. Historische Aspekte, Berlin 1977.
- Weyl, Hermann:** Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft, München 1966.
- Zilsel, Edgar:** Soziale Ursprünge der neuzeitlichen Wissenschaft, Frankfurt a.M. 1976.

Bibliothek dialektischer Grundbegriffe

Michael Weingarten

Tod (bioethisch)

Oktober 2005, 50 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-369-0

Hermann Klenner

Recht und Unrecht

2004, 56 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-185-X

Gerhard Stuby, Norman Paech

Völkerrecht

Oktober 2005, ca. 50 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-294-5

Jörg Zimmer

Reflexion

2003, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-166-3

Kurt Röttgers

Teufel und Engel

Juni 2005, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-300-3

Thomas Metscher

Mimesis

2003, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-165-5

Roger Behrens

Kulturindustrie

2004, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-246-5

Michael Weingarten

Wahrnehmen

2003, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-125-6

Andreas Arndt

Unmittelbarkeit

2004, 54 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-270-8

Angelica Nuzzo

System

2003, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-121-3

Michael Weingarten

Sterben (bio-ethisch)

2004, 54 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-186-8

Volker Schürmann

Muße

2003, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-124-8

Leseproben und weitere Informationen finden Sie unter:

www.transcript-verlag.de

Bibliothek dialektischer Grundbegriffe

Michael Weingarten

Leben (bio-ethisch)

2003, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-933127-96-3

Hans Heinz Holz

Widerspiegelung

2003, 82 Seiten,

kart., 10,80 €,

ISBN: 3-89942-122-1

Jörg Zimmer

Metapher

2003, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-89942-123-X

Christoph Hubig

Mittel

2002, 50 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-933127-91-2

Werner Rügemer

arm und reich

2002, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-933127-92-0

Renate Wahsner

Naturwissenschaft

2002, 52 Seiten,

kart., 7,60 €,

ISBN: 3-933127-95-5

Leseproben und weitere Informationen finden Sie unter:

www.transcript-verlag.de