

Horst-Heino v. Borzeszkowski, Berlin

Wie philosophisch dürfen bzw. müssen die Naturwissenschaften sein?

Zu der der Physik inhärenten „Metaphysik“

Die im Titel gestellte Frage beantwortet Hegel in der Einleitung zur *Naturphilosophie*, insbesondere in den §§ 245–252. Für ihn unterscheiden sich Naturwissenschaft und Naturphilosophie nicht wie Wahrnehmung und Denken, sondern beide sind denkende Betrachtungen der Natur, wobei sie sich in der Art ihrer Betrachtung unterscheiden.

Hegel charakterisiert den erkenntnistheoretischen Status der Naturwissenschaft im Unterschied zu dem der Naturphilosophie bzw. Philosophie insofern zutreffend, als seine Charakterisierung darauf hinausläuft zu erkennen, daß die Naturwissenschaft – anders als die Philosophie – die Welt nicht als Mensch-Natur-Verhältnis faßt. Was er allerdings nicht sieht ist, daß diese Verfaßtheit der Naturwissenschaft kein Mangel ist, sondern ihr notwendigerweise zukommt. Sie muß die Welt unter der Form des Objekts fassen, womit das Subjekt in den naturwissenschaftlichen Theorien nicht explizit auftritt.¹ Dieses Zurücktreten des Subjekts ist der Preis, mit dem die Objektivierung in der Naturwissenschaft erkaufte wird. Man kann dieses Vorgehen auch als das Setzen der Hypothese einer realen Außenwelt ansehen. Die Naturwissenschaft konstruiert unter dieser Voraussetzung ihre Wirklichkeit. Dieser Umstand ist für die Physik schon von Schrödinger erkannt worden.² Daß damit auch ein gewisses Defizit verknüpft ist, war ihm ebenfalls bewußt, doch nur ein Narr – so meinte er – würde auf den es erzeugenden Kunstgriff verzichten.³

Der „Kunstgriff“ hat zur Folge, daß die Wirklichkeit der Physik weder die durch die Alltagserfahrung gegebene noch die „wahre Wirklichkeit“ der Philosophie ist, die für Hegel mit dem *System* der Philosophie identisch ist, in dem der Geist, die eigentliche Subjektivität, die Wahrheit ist. Der Geist – heißt es bei Hegel – ist der Endzweck der Natur, die wahre Wirklichkeit der Idee, die subjektive Existenz der Idee.⁴

Um die Philosophie, die nach Hegel in der Naturwissenschaft „als Faktum“ enthalten ist und in der Naturphilosophie ans Licht gebracht wird, zu erkennen, muß von der Bestimmung des erkenntnistheoretischen Status der Physik ausgegangen werden. Dafür ist es wichtig zu sehen,

1 Die folgenden Ausführungen über den Status der Physik beruhen auf den ausführlichen Untersuchungen: H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, „Über die Notwendigkeit der Philosophie für die Naturwissenschaft“, in: *Dialektik 1. Beiträge zu Philosophie und Wissenschaften. Orientierungen der Philosophie*, hg. v. B. Heidtmann, Köln 1980, 56–80; dies., „Noch einmal über das Bedürfnis der Naturwissenschaften nach Philosophie“, in: *Dialektik 5. Beiträge zu Philosophie und Wissenschaften. Darwin und die Evolutionstheorie*, hg. v. K. Bayertz, B. Heidtmann und H.-J. Rheinberger, Köln 1982, 170–179; dies., *Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch. Studien zum physikalischen Bewegungsbegriff*, Darmstadt 1989; dies., *Die Wirklichkeit der Physik. Studien zu Idealität und Realität in einer messenden Wissenschaft*, Frankfurt/Main u. a. 1992; dies., *Das physikalische Prinzip. Der epistemologische Status physikalischer Weltbetrachtung*, Würzburg 2012.

2 Vgl. E. Schrödinger, „Die Besonderheit des Weltbildes der Naturwissenschaft“, in: ders., *Was ist ein Naturgesetz?*, München und Wien 1962; vgl. auch: R. Wahsner und H.-H. v. Borzeszkowski, „Schrödinger über die subjektfreie Physik“, in: *Die Wirklichkeit der Physik*, 82–96, auch 239–285.

3 Vgl. E. Schrödinger, „Die Besonderheit des Weltbildes der Naturwissenschaft“, 62.

4 Vgl. G. W. F. Hegel, *Enzyklopädie. Zweiter Teil. Die Naturphilosophie*, in: *Werke*, auf der Grundlage der Werke von 1832–1845 neu edierte Ausgabe unter der Redaktion v. E. Moldenhauer und K. M. Michel, Frankfurt/Main 1986, Bd. 9, 37 (§ 252).

daß die Begriffe der Physik nur im Kontext der jeweiligen physikalischen Bewegungstheorie bestimmt und dementsprechend die physikalischen Objekte im Rahmen einer Theorie definierte Kunstgegenstände sind,⁵ die in der Erfahrungswissenschaft *Physik* unter idealisierten (d. h. unter zu schaffenden idealen) Bedingungen realisiert werden können. Raum, Zeit, Masse usw. sind insoweit real, inwieweit die Theorie, in deren Rahmen sie bestimmt sind, wirkliche Bewegungen zu erfassen gestattet.

Die Realisation der Kunstgegenstände geschieht in der Messung bzw. im Experiment und in der Technik (sofern letztere auf der Physik beruht). Die Messung vermittelt Theorie und Wirklichkeit, wobei das nicht so zu verstehen ist, als gebe es diese beiden Pole an sich, als bestünde die Theorie für sich außerhalb der Messung, als trete die Messung äußerlich zur Theorie hinzu. Der physikalischen Theorie ist die Messung vielmehr insofern inhärent, als Messung überhaupt nur möglich ist, weil in den Gesetzen der Physik Entitäten auftreten, die nicht nur mathematische, sondern indirekt oder direkt meßbare Größen, also Meßgrößen, sind, die ihrerseits substantiviertes Verhalten repräsentieren. Die mathematisch formulierte Theorie ist überhaupt nur im Kontext der Messung eine physikalische Theorie; die gesamte physikalische Begriffsbildung ist durch die Messung bedingt. Umgekehrt hat Messung keinen Sinn ohne Bezug auf die Theorie, die ausgemessen werden soll. Es gibt nicht die Messung an sich, sondern die Theorie bestimmt darüber mit, was gemessen werden kann und macht eine Aussage über das Meßergebnis.

Bei der physikalischen Theorienbildung handelt es sich nicht um einen Akt rationaler Willkür. Denn es können nur die Theorien physikalisch bedeutsam sein, für die diese Vermittlung möglich ist. Gerade das erkennen weder Philosopheme rationalistischer noch solche empiristischer Prägung; und erst recht spielt dieser Umstand keine Rolle im postmodernen Diskurs, obwohl er, wenn man so will, die von Lyotard vermißte „Überschneidung von Subjekt und Objekt“⁶ nachweist, wenn auch in einer für die Physik typischen Weise. Ohne die erkenntnistheoretischen Grundlagen und damit ohne den epistemologischen Status der Physik zu kennen, wird eben nicht deutlich, in welch komplizierter Weise in der Physik Theorie und Wirklichkeit aufeinander zuarbeiten.

Wenn das Zurücktreten des Subjekts in der Physik manchmal mit den Worten ausgedrückt wird, das Subjekt nehme dort die Stellung eines außenstehenden Beobachters ein, dann darf das nicht so verstanden werden, als würde es sich um eine rein kontemplative Naturbetrachtung handeln, denn das Erkenntnissubjekt ist durch das Erkenntnismittel, das objektiviert in der Messung durch das Meßmittel auftritt, vertreten. Die Meßgrößen und die durch sie bestimmten Objekte sind aus der Sicht der Physik Objekte einer vom Subjekt unabhängigen Außenwelt. Die vermittelnde Instanz der Messung erscheint dabei nur als Mittel, das einen subjektunabhängigen Sachverhalt aufzuspüren gestattet, ohne etwas hinzuzutun – ein Selbstverständnis der Physik, das mit dem von Hegel charakterisierten übereinstimmt.

Aus der Sicht der Philosophie hingegen sind die Meßgrößen Erkenntnismittel, die Erkenntnissubjekt und Erkenntnisobjekt vermitteln. Diese Vermittlung zu begreifen ist Gegenstand der Naturphilosophie, die damit die der Physik „inhärente Metaphysik“, zur Darstellung bringt. Arbeiten, die zu diesem Problemkreis durchgeführt wurden, zeigen: die Physik wurde von Newton mit seiner *Mechanik* in einer Weise begründet, die dieser Rolle der Messung in hohem Maße gerecht wird, die das Verhältnis von Theorie und Messung so fixiert, daß die *Mechanik* Teil der meßtheoretischen Grundlage der gesamten modernen Physik wurde.⁷

5 Dadurch unterscheidet sich die Physik übrigens weder von anderen naturwissenschaftlichen noch von geisteswissenschaftlichen Theorien; auch deren Begriffe werden erst im Kontext der jeweiligen Theorie bestimmt.

6 Vgl. J.-F. Lyotard, „Randbemerkungen zu den Erzählungen“, in: *Postmoderne und Dekonstruktion*, hg. v. P. Engelmann, Stuttgart 1990, 53.

7 Vgl. u. a. R. Wahsner und H.-H. v. Borzeszkowski, „Die Spezifik des messenden Vergleichs“, in: *Die Wirklichkeit der Physik*, 271–285; dies., *Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch*, insbes. 31–148; dies., „Einleitung“ zu *Voltaire: Elemente der Philosophie Newtons/ Verteidigung des Newtonianismus/ Die Metaphysik des Neuton*, hg.,

1 Zum Status der Messung in der Quantentheorie

Die Problematik der Messung zeigt sich besonders deutlich an den Diskussionen, die zur Rolle des „Beobachters“ in der Quantentheorie geführt werden.

Diese Diskussionen ergeben sich vorwiegend aus dem, was als die „g5-Meßproblematik in der Quantentheorie“ bezeichnet wird. Die vermeintliche Problematik folgt daraus, daß die durch die Schrödinger-Gleichung beschriebene Dynamik mikrophysikalischer Systeme in abstrakten hoch-dimensionalen mathematischen Räumen formuliert ist, während die Messung mit Geräten erfolgt, die in der vier-dimensionalen Raum-Zeit „stehen“, und daher die Ergebnisse der Messung in Ausdrücken der Größen gegeben werden, die diese Geräte und ihre Funktionsweise erfassen. Da die Schrödinger-Gleichung aber nur Wahrscheinlichkeitsaussagen über die zu erwartenden Meßwerte machen kann, ergibt sich der Eindruck, daß die durch die Schrödinger-Gleichung gegebene deterministische (manchmal wird auch gesagt, kausale) Beschreibung, die in abstrakten Räumen vorgenommen wird, bei der Messung verlorengeht. Sich damit abzufinden, wird oft als Verzicht auf die mikroskopische Realität, über die Wissen bestehen *könnte*, angesehen. Man hat diesbezüglich auch von einem Skandal gesprochen.

Dem muß man aber entgegenhalten, daß diese Einschätzung vornehmlich an einer inadäquaten Auffassung des Verhältnisses von Theorie und Messung liegt – einer Auffassung, die nicht erst in der Quantentheorie, sondern schon in der klassischen Physik problematisch ist. Es wird verkannt, daß die Begriffe der Newtonschen Mechanik und anderer klassisch-physikalischer Theorien nicht umgangssprachliche, sondern wissenschaftliche Begriffe sind – Begriffe also, die im Kontext dieser Theorien definiert sind – und daß die Messung der entsprechenden Größen, wie oben beschrieben, auch hier mit idealisierten Körpern in idealisierten Situationen geschieht. Dabei ist die Art der Idealisierung wiederum durch die jeweilige Theorie und durch das, was gemessen werden soll, bestimmt.

Zumeist meint man, in der klassischen Physik gebe es keine Meßproblematik und kein damit verbundenes Realitätsproblem, weil diese Physik *makroskopische* Objekte bzw. Systeme beschreibt, also auf derselben „Seinsebene“ angesiedelt ist wie die Meßgeräte und Beobachter. Demgemäß fielen die Realität der Makrophysik und die „gefühlte Realität“ des Alltagslebens zusammen. Messung bedeute hier keinen Eingriff in die makroskopische Natur und damit sei das Konzept der Realität im Sinne einer konsistenten, beobachterunabhängigen Beschreibung der Welt gültig. Anders sei es hingegen in der Quantentheorie, weil es dort den sogenannten Heisenbergschen Schnitt zwischen Mikrophysik und Makrophysik gibt, der einen diskontinuierlichen Übergang von der gesetzlichen Erfassung der Dynamik mikrophysikalischer Systeme zu den Systemen, mittels deren die Messung ausgeführt wird, bezeichnet. Dadurch werde die Mikrowelt von unserer Alltagserfahrung abgeschnitten und in der Messung (als Vergewisserung der physikalischen Realität) müßten daher Begriffe der Makrophysik verwandt werden, die einander „komplementär“ sind. Das heißt, zur Interpretation der Meßergebnisse sind *daher* in Abhängigkeit von der Meßanordnung manchmal Begriffe aus der klassischen Feldtheorie und manchmal aus der klassischen Teilchenphysik zu benutzen. Es wird dies dann so verstanden, daß – so lange man diesen Schnitt nicht „glätten“ kann – man nicht zu einer konsistenten, beobachterunabhängigen Beschreibung der Mikrowelt kommen kann.⁸

eingeleitet, mit Anmerkungen und einem Anhang versehen v. Renate Wahsner und Horst-Heino v. Borzeszkowski, Berlin 1997, 1–77.

⁸ Zu einer ausführlicheren Diskussion dieses Standpunktes vgl. H.-H. v. Borzeszkowski und R. Wahsner, „Quantum Mechanics and the Physical Reality Concept“, in: *Foundations of Physics* 18 (1988), 669–681; dies., „Heisenberg’s Cut and the Limitations of its Movability“, in: *Annalen der Physik* 45 (1988), 522–528; dies., *Physikalischer Dualismus und dialektischer Widerspruch*. 82–108.

Infolge dessen werden Versuche unternommen, den Heisenbergschen Schnitt zu vermeiden, der also darin besteht, daß in der Messung von den hoch-dimensionalen mathematischen Räumen, in denen die Dynamik des physikalischen Systems formuliert ist, gewissermaßen auf die Welt der Meßgeräte projiziert wird. Diese von Heisenberg als Schnitt bezeichnete Kluft zwischen zwei unterschiedlichen „Welten“ soll durch einen kontinuierlichen „kausal-deterministischen“ gesetzlichen Übergang ersetzt werden. Zu diesem Ende wird dann oft folgendermaßen argumentiert: Da die Quantenphysik in vollständiger Übereinstimmung mit allen Experimenten steht, ist „alles, was ist“, durch die Quantenphysik zu beschreiben – von mikrophysikalischen Systemen über die Meßgeräte, mit denen man an diesen Systemen Messungen durchführt, bis hin zu den uns im Alltagsleben begegnenden Dingen und Systemen. Es müsse also nicht nur das Meßgerät, sondern auch der „Beobachter“, also der, der die Angaben des Meßgeräts abliest, mittels der Gesetze der Quantenphysik beschrieben werden. Man habe mithin zu erklären, wie man beispielsweise eine makroskopisch sichtbare Skala und Zeigeranzeige (und auch den sogenannten Beobachter) auf der Grundlage der quantenphysikalischen Gesetze beschreiben kann.

Diesem Standpunkt gemäß wird dann die Antwort auf die Frage als entscheidend angesehen, wie man von der mikrophysikalischen Beschreibung, die durch die „universell gültige“ Quantenphysik gegeben wird, zu der uns begegnenden Alltagswelt mit ihren Gegenständen, Geräten, Beobachtern und Begriffen kommt. Eine Antwort auf diese Frage sollte zeigen, daß im Prinzip alles sprungfrei aus den Grundgesetzen der Quantentheorie abzuleiten ist. Was man als Sprünge und Schnitte wahrnimmt würde sich damit als kontinuierliche Änderung erweisen. Wegen der Schnelligkeit, mit der sich gewisse durch die quantenphysikalische Wellenfunktion beschriebene Zustände einstellen, würde diese Änderung als Sprung bzw. Schnitt erscheinen.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei betont, daß man durchaus die Frage des Übergangs von der mikro- zur makrophysikalischen Beschreibung beantworten muß und daß es auch ein „legitimes“ Unterfangen ist, den Heisenbergschen Schnitt mit mathematisch-physikalischen Mitteln vermeiden zu wollen. Es ist aber ein Irrtum zu meinen, daß mit der Fokussierung auf die Frage des Übergangs zur Makrophysik das Problem der Quanten-Messung erfaßt wird. Denn damit übersieht man, daß die quantenphysikalische Messung nicht schlechthin des Bezugs auf makroskopische Geräte bedarf, sondern daß es um den Bezug auf die klassische Physik geht und daß klassisch-physikalische Theorien und Begriffe von Alltagsvorstellungen und Alltagsbegriffen weiter entfernt sind als von der Quantentheorie und deren Begriffen. Bedeutsam ist vielmehr der Umstand, daß die Quanten-Messung Geräte erfordert, die so konstruiert sind, daß sie sich in Abhängigkeit von der jeweils beabsichtigten Messung in bestimmter Hinsicht nach den Gesetzen der klassischen Physik verhalten. Warum das so ist und warum die obige Argumentation das verkennt, sieht man nur, wenn man die Erkenntnisart der Physik untersucht.⁹

In Hinblick auf unser Thema muß vor allem eine Illusion angesprochen werden, die in diesen Diskussionen mitschwingt. Da man meint, in der Quantentheorie auf das Problem gestoßen zu sein, daß der Beobachter maßgeblich in die physikalische Analyse einbezogen werden muß, glaubt man, daß damit das Subjekt-Objekt-Verhältnis zu einem physikalischen Thema geworden ist. Wäre es an dem, dann würde die Physik mit der Quantentheorie tatsächlich „philosophischer“ geworden sein, denn dieses Verhältnis ist – um das zu wiederholen – ein originär philosophisches Thema. Aber das ist deshalb eine Illusion, weil es – wie oben ausgeführt – in der Physik nicht um das Verhältnis „mikrophysikalisches System und Beobachter“, sondern um das Verhältnis „mikrophysikalisches System und semi-klassisches Meßgerät“ geht. Wenn der die Anzeigen des Meßgeräts Ablesende in die physikalische Beschreibung einbezogen wird, dann ist nicht mehr von der Messung und daher nicht mehr von Physik die Rede, denn der Clue, nämlich das semi-klassisch-Sein des Meßgeräts, also der notwendige Bezug auf die klassische Physik, geht dann verloren. Durch diese Vorgehensweise kommt man aber auch dem philosophischen Subjekt-Objekt-Problem nicht näher, denn Meßgerät und Beobachter sollen ja mittels der Gesetze der Quantentheorie

⁹ Vgl. hierzu Fn.1.

beschrieben werden. In dieser Hinsicht ist also der epistemologische Standpunkt der Physik, die Welt unter der Form des Objekts, also im Sinne des oben Gesagten vom Standpunkt eines außenstehenden Beobachters zu fassen, gewahrt. Diese Vorgehensweise ist daher eine physikalistische; sie versucht – verleitet durch die These von der universellen Gültigkeit der Quantenphysik – den spezifischen Blick der Physik auf die Welt zu universalisieren.

2 Hegels Sicht auf das Denken der Naturwissenschaft: Weite und Beschränktheit dieser Sicht

In den hier geschilderten Versuchen, der „Quantenwelt“ zu einer Darstellung zu verhelfen, in der ihr eine Realität zukommt, die der durch die Alltagserfahrung gegebenen Vorstellung nahekommt, begegnet man einem Verständnis der Physik, das Hegel schon aus der Kenntnis des Denkens seiner Zeit zutreffend charakterisierte. Und man kann Hegel – wie einleitend gesagt – auch in seiner Bestimmung des Unterschieds von Naturwissenschaft und (Natur)Philosophie insofern folgen, als die Naturwissenschaft in der Tat mehr Philosophie enthält als ihr bewußt ist. Man muß jedoch zugleich feststellen, daß Hegel dieses „Mehr“ nicht voll rezipiert hat.

Mit dem Ziel, den der Naturwissenschaft inhärenten philosophischen Gehalt aufzudecken, damit die Bewegung des philosophischen Begriffs die in den Naturwissenschaften enthaltenen philosophischen Momente mitdenken kann, bestimmt Hegel die Naturwissenschaft letztendlich vornehmlich als ein defizitäres philosophisches System, womit er übersieht, daß die Naturwissenschaften anders sein *müssen* als die Philosophie, sie aber zugleich begriffliche Fassungen enthalten, die er erst der Philosophie zuerkennt.

Die Sicht der Physik muß akzeptiert werden, denn sie erlaubt es, zu einer rechnenden und messenden Wissenschaft zu gelangen. Sie geht mit der objektiv vorhandenen Arbeitsteilung einher. In dieser Arbeitsteilung kann die Einheit des Wissens oder – wie Hegel sagt – das Absolute nicht von der Physik, sondern nur von der Philosophie erstellt werden. Es wäre ein fatales Mißverständnis, wenn die Physik dadurch philosophischer gemacht werden sollte, daß sie ihre Fassung der Welt unter der Form des Objekts aufgibt und sich das Subjekt als Subjekt-Objekt denkt. Dann würde sie ihren Status als messende und rechnende Wissenschaft aufgeben, ohne zu einer Einheit des Wissens zu kommen.

Hegels Sicht auf die Physik ist insofern kritikwürdig, als er das physikalische Denken im Reich abstrakten Verstandesdenkens angesiedelt sieht – eine Sicht, die vor allem durch eine teilweise mißverständliche Rezeption der Mechanik als mechanistische Theorie bedingt ist. Die Mechanik ist aber nicht von sich aus mechanistisch, der Mechanizismus ist eine Weltansicht, die durch eine bestimmte *philosophische* Interpretation der Mechanik entstanden ist.¹⁰

Die Begrenztheit von Hegels Einsicht wird sehr deutlich, wenn man das im Abschnitt „Beobachtende Vernunft“ der *Phänomenologie* zum Unterschied von Organischem und Unorganischem Gesagte betrachtet.¹¹ Nach Ausführungen über die Begrifflichkeit des (mechanischen) Gesetzes, die den Status des physikalischen Gesetzes insofern treffend charakterisieren, als Gesetze als Beziehungen zwischen Größen verstanden werden, vermeint Hegel in der Bestimmtheit der

¹⁰ Siehe Fn. 11; vgl. auch: R. Wahsner und H.-H. v. Borzeszkowski, *Die Wirklichkeit der Physik*, insbes. 29–96.

¹¹ Ausführlicher dazu: R. Wahsner, „Das naturwissenschaftliche Gesetz. Hegels Rezeption der neuzeitlichen Naturbetrachtung in der *Phänomenologie des Geistes* und sein Konzept von Philosophie als Wissenschaft“, in: *Hegel-Jahrbuch 2001. Phänomenologie des Geistes. Erster Teil*, hg. v. A. Arndt, K. Bal und H. Ottmann, in Verbindung mit D. Rodin, Berlin 2002, 172–178; H.-H. v. Borzeszkowski, „Zum Status des induktiven Vorgehens in Hegels Begriff der beobachten Vernunft“, in: ebd., 179–198.

Begriffe, etwa der der Physik, eine Grenze des Unorganischen zu erkennen. Das zeigt sich vor allem in den Passagen, in denen er erklärt, warum die beobachtende Vernunft im Organischen des Zweckbegriffs bedarf.¹²

Die *mechnistische Weltansicht* wurde von der klassischen deutschen Philosophie kritisiert und weitgehend überwunden. Allerdings ist diese Überwindung insofern unvollendet, als jene Philosophie die Identifizierung von Mechanik und mechanistischem Weltbild nicht konsequent zurückgenommen hat. Damit wurde auch zwischen Naturwissenschaft und Philosophie nicht konsequent unterschieden, was darin gründet, daß die Potenz der Naturwissenschaft nicht vollständig erkannt wurde.

Prof. Dr. Horst-Heino v. Borzeszkowski
Technische Universität Berlin
Institut für Theoretische Physik
Hardenbergstrasse 36
D-10623 Berlin
borzeszk@mailbox.tu-berlin.de

¹² G. W. F. Hegel, *Phänomenologie des Geistes*, in: *Werke*, Bd. 3 198.