

KON-TEXTE

Stefan Bauberger

Was ist die Welt?

Zur philosophischen
Interpretation der Physik

4., überarbeitete Auflage

Kohlhammer

KON-TEXTE

Wissenschaften in philosophischer Perspektive

Herausgegeben von

Hans Goller und Johannes Müller

Die monographisch angelegte Reihe KON-TEXTE gibt Einblicke in wissenschaftstheoretische, anthropologische und ethische Grundfragen der Sozialwissenschaften und Naturwissenschaften wie Psychologie, Soziologie, Physik und Biologie. Behandelt werden fächerübergreifende Themen, aktuelle Probleme und Grenzfragen der jeweiligen Fachgebiete. Anliegen der Reihe ist es, interdisziplinäres Denken zu fördern und einseitige Positionen und Einschätzungen zu vermeiden. Sie will zwischen den Wissenschaften vermitteln und so zur theoretischen Grundlegung und philosophischen Reflexion einzelwissenschaftlicher Befunde beitragen.

Stefan Bauberger

Was ist die Welt?

Zur philosophischen Interpretation der Physik

4. Auflage

Verlag W. Kohlhammer

4. Auflage 2018

Alle Rechte vorbehalten

© W. Kohlhammer GmbH Stuttgart

Gesamtherstellung: W. Kohlhammer GmbH Stuttgart

Print:

ISBN 978-3-17-034005-3

E-Book-Format:

pdf: ISBN 978-3-17-034006-0

Für den Inhalt abgedruckter oder verlinkter Websites ist ausschließlich der jeweilige Betreiber verantwortlich.

Die W. Kohlhammer GmbH hat keinen Einfluss auf die verknüpften Seiten und übernimmt hierfür keinerlei Haftung.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	8
1 Einführung	11
1.1 Was ist die Welt?	11
1.2 Was ist Naturphilosophie?	11
1.3 Der Ansatz	17
1.3.1 Naturphilosophie im Kontext	17
1.3.2 Vorentscheidungen für den betrachteten naturphilosophischen Ansatz	20
1.4 Überblick	23
1.5 Allgemeine Literatur zur Naturphilosophie	24
2 Der Aufbau der Materie	25
2.1 Die Atomhypothese	25
2.2 Was die Physik über die Materie weiß	27
2.2.1 Der Weg zum immer Kleineren: Vom Atom zum Quark	27
2.2.2 Das Standardmodell der Elementarteilchen	33
2.2.3 Jenseits des Standardmodells: Die Suche nach der großen Einheit	39
2.3 Was ist Materie?	43
2.3.1 Was sind Kräfte?	43
2.3.2 Klassische Kräfte als genäherter Grenzfall	50
2.3.3 Substanzen?	52
2.3.4 Die „Nicht-Individualität“ der Elementarteilchen	52
2.3.5 Exkurs: Zwei Einwände gegen Naturphilosophie	56
2.3.6 Nicht-Individualität und die gewöhnlichen Eigenschaften der Materie	58
2.3.7 Atomismus? Holismus!	60
2.3.8 Der abstrakte physikalische Objektbegriff	63
2.4 Ergänzende Fragen	67
2.4.1 Was ist das Vakuum?	67
2.4.2 Theoriebildung und Vorhersage neuer Beobachtungen	69
2.4.3 Großforschungsanlagen und indirekte Messungen: Was ist empirische Beobachtung? Wer beobachtet?	71
2.5 Zusammenfassung und Literaturhinweise	75

3	Die Relativitätstheorie	77
3.1	Die Spezielle Relativitätstheorie	77
3.1.1	Zum Begriffsrahmen: Symmetrie von Naturgesetzen, Inertialsysteme und Galileitransformation	78
3.1.2	Lorentztransformationen und Spezielle Relativitätstheorie	82
3.2	Die Allgemeine Relativitätstheorie	91
3.3	Philosophische Diskussion	99
3.3.1	Unanschaulichkeit, Intuition und kontra-intuitive Erkenntnis	99
3.3.2	Das „Blockuniversum“	114
3.3.3	Ein wissenschaftstheoretisches Konzept: Operationalisierung, Operationalisierbarkeit	115
3.4	Zusammenfassung und Literaturhinweise	117
4	Entropie und Zeitrichtung	119
4.1	Die Richtung der Zeit	119
4.2	Mikrozustand – Makrozustand	121
4.3	Philosophische Reflexion	128
4.4	Nochmals zum Blockuniversum	136
4.5	Beides? Blockuniversum und Präsentismus	137
4.6	Entropie und Kosmologie	137
4.7	Zusammenfassung und Literaturhinweise	138
5	Die verrückte Welt der Quanten	140
5.1	Die Quantentheorie: Grundlagen	140
5.1.1	Der Doppelspaltversuch: Welle oder Teilchen?	140
5.1.2	Der „Welle-Teilchen-Dualismus“	143
5.1.3	Das Zwei-Wege-Experiment	145
5.1.4	Der Formalismus der Quantenmechanik	146
5.2	Die Quantentheorie: Das Problem	148
5.2.1	Der Messvorgang stört das System	150
5.2.2	Komplementarität	151
5.2.3	Das EPR-Paradox	152
5.2.4	Die Bell'sche Ungleichung	154
5.2.5	Das Kochen-Specker-Theorem	158
5.3	Philosophische Interpretation	159
5.3.1	„Realismus“	159
5.3.2	Überblick über die Interpretationen	160
5.3.3	Bohm: „Ontologische Deutung“	162
5.3.4	Die „neue Orthodoxie“	166
5.3.5	Bohr und die Kopenhagener Deutung	172
5.3.6	Weizsäcker's Neu-Kantianismus	175
5.3.7	Dekohärenz	178
5.3.8	Abschließender Vergleich	181
5.4	Zusammenfassung und Literaturhinweise	183

6 Kosmologie	186
6.1 Das Standardmodell der Kosmologie	186
6.1.1 Die Wissenschaftsgeschichte des Urknalls	186
6.1.2 Die Geschichte des Universums	192
6.1.3 Die Frage nach dem Anfang: Wie sind Raum und Zeit und Materie entstanden?	196
6.1.4 Feinabstimmung und das „anthropische Prinzip“	200
6.2 Schöpfung	201
6.2.1 Das Problem eines naiven Schöpfungsbegriffs	203
6.2.2 Die Entstehung des Universums: Drei beispielhafte Posi- tionen	204
6.2.3 Systematische Betrachtung	206
6.2.4 Ursache oder Erklärung	207
6.2.5 Feinabstimmung	212
6.2.6 Die Zukunft des Universums	214
6.2.7 Das letzte Wort zur Schöpfung	215
6.3 Zusammenfassung und Literaturhinweise	216
7 Chaostheorie	218
7.1 Chaos	219
7.1.1 Ein einfaches Modell	219
7.1.2 Deterministisches Chaos und Berechenbarkeit	222
7.1.3 Beispiele	223
7.2 Ordnung im Chaos	223
7.3 Epistemischer Indeterminismus	225
7.4 „Selbstorganisation“	226
7.4.1 Physikalische Grundlagen	226
7.4.2 Vorläufige Zusammenfassung	229
7.5 Philosophische Interpretation	230
7.5.1 „Selbstorganisation“?	230
7.5.2 Die Physik des Neuen und des Einzigartigen	230
7.5.3 Noch einmal: Was ist Leben?	231
7.6 Zusammenfassung und Literaturhinweise	233
8 Abschließende Reflexion	234
8.1 Methodisches	234
8.1.1 Naturphilosophie: Warum?	234
8.1.2 Naturphilosophie: Wie?	235
8.2 Was ist die Welt?	235
Literaturverzeichnis	238

Vorwort

In *Friedrich Dürrenmatts* Kurzgeschichte „Die Stadt“ begibt sich der Erzähler, ein namenloser Bewohner „der Stadt“, freiwillig in ein Gefängnis, um als Wärter zu dienen. Das Gefängnis ist sehr ungewöhnlich. Die Gefangenen und die Wärter bewegen sich darin frei oder, besser gesagt, jeder kauert in einer Nische, aus der heraus er im ziemlich dunklen Raum misstrauisch die anderen beäugt. Selbst der Ausgang ist nur kläglich bewacht, von drei „alten Weibern“. Ein ausgeklügeltes System hilft aber, jede Flucht zu verhindern: Die Gefangenen und die Wärter sind äußerlich nicht zu unterscheiden. Damit wissen die Gefangenen nicht, wer Wärter ist. Deshalb wagen sie es nicht, sich zusammenzurotten und zu fliehen.

Als der besagte neue Wärter beginnt, sich im Gefängnis umzusehen, soweit es das Dämmerlicht erlaubt, kommen ihm Zweifel, ob er wirklich ein Wärter ist oder nicht vielmehr ein Gefangener. Allzu viel von dem, was er sieht, weist darauf hin, dass vielmehr die anderen die Wärter sind. Die ganze Anordnung des Gefängnisses, dass andere viel näher am Ausgang stehen als er, lässt kaum einen anderen Schluss zu. Er überlegt, ob er zum Ausgang rennen soll, um das herauszufinden, verwirft aber die Idee, denn „die Wahrheit, ein Gefangener zu sein und nicht ein Wärter“ müsste „die Hölle bedeuten“ (Dürrenmatt, 1959, 144). Dem zieht er das Unwissen und den Zweifel vor und findet Trost im Gedanken, dass er nur dann sein „schweres Amt eines Wärter werde zur Zufriedenheit“ seiner „Vorgesetzten ausüben können, wenn“ er „ihrer Versicherung,“ er „sei frei, unbedingtes Vertrauen entgegenbrachte (wenn auch der Grund dieses Vertrauens – und dies macht die Größe der Stadt aus – nicht Glaube ist, sondern Angst)“ (Dürrenmatt, 1959, 144). Doch dann hat er eine Idee: Er muss nur „die Anordnung der Wärter anders denken ...“ (Dürrenmatt, 1959, 145).

Dieser Erzählung ist die Bemerkung vorangestellt, es handle sich um den Anfang eines in einem Großband „verloren gegangenen fünfzehnbändigen Werkes (...), das den Titel trug: Versuch zu einem Grundriss“ (Dürrenmatt, 1959, 108). Gemeint ist der Grundriss des Gefängnisses, und man kann die Verzweiflung erahnen, mit der dieser Wärter, dieser Gefangene, sich das Gefängnis so zurecht reimt, dass er darin der Wärter und nur der Wärter ist.

Das Gefängnis steht für die Welt. Die Geschichte zeigt deutlich, dass sich die Frage, was die Welt ist, nicht davon trennen lässt, wie der/die Fragende in der Welt steht, als Gefangener oder Wärter wie in Dürrenmatts Erzählung, als bloße Randerscheinung, ein lächerlicher und schnell vergänglicher Zufall, oder als Höhepunkt der Entwicklung des Kosmos. Die Frage zu stellen „Was ist die Welt?“ ist deshalb kein desinteressiertes Theoretisieren.

Dürrenmatts Erzählung weist auf die Gefahr hin, dass dieses Interesse leicht

dazu verführt, vor einer letzten Antwort zurückzuschrecken, könnte diese doch in einer schrecklichen Enttäuschung enden. Bequemer ist es, ein „fünfzehnbändiges Werk über den Grundriss“ zu schreiben und sich seine Weltanschauung in ideologischer Weise zurechtzubiegen.

Die Naturwissenschaften treten mit dem Anspruch auf, vor solchen ideologischen Verdrehungen in besonderer Weise gefeit zu sein. Das trifft auch zu, solange diese Wissenschaften nur funktional darstellen, mit welchen mathematischen Formeln welche Beobachtungen am besten beschrieben werden können. Diese Ideologiefreiheit ist mit Irrelevanz für weltanschauliche Fragen erkaufte. Aber viele Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen sowie viele an den Naturwissenschaften interessierte Laien können sich nicht einer Dynamik entziehen, die sie nach der weltanschaulichen Bedeutung der naturwissenschaftlichen Ergebnisse fragen lässt.

Dazu muss man das Feld der Interpretation der Ergebnisse der Naturwissenschaft betreten. Dieser Fragebereich ist nicht mehr frei von Interessen und damit anfällig für ideologische Verdrehungen. Daher bietet es sich an, die Interpretationsfragen der Naturwissenschaft philosophisch zu reflektieren. Denn das will Philosophie leisten: den entscheidenden Fragen auf den Grund gehen, mit rationalen Methoden, die ideologische Vorentscheidungen bewußt machen, und dadurch ermöglichen, diese zu hinterfragen.

Die philosophische Interpretation der Ergebnisse der modernen Physik ist daher der Gegenstand des vorliegenden Buchs. Entstanden ist es aus einem Skript zu Vorlesungen über Naturphilosophie an der Hochschule für Philosophie in München und an der Hochschule St. Georgen in Frankfurt.

Viele haben zur Entstehung von diesem Buch beigetragen. Allen möchte ich danken, darunter sowohl jenen, die mich in das philosophische Denken, als auch jenen, die mich in die moderne Physik eingeführt haben, davon besonders meinem Doktorvater Manfred Böhm. Das vorliegende Buch argumentiert wissenschaftlich, physikalisch und philosophisch, mit dem Anspruch einen unideologischen Zugang zu den betrachteten Fragen zu eröffnen. Mein eigenes Bild von der Welt, das als Hintergrund mit einfließt, ist religiös und spirituell geprägt. Ich danke auch den Begleitern und Führern auf diesem Weg, besonders P. Ama Samy. Viele Studenten und Studentinnen haben durch kritische Kommentare und interessante Diskussionen wertvolle Anregungen gegeben. Ein spezieller Dank gilt meinen Korrekturlesern, Johannes Maria Steinke, auch für inhaltliche Anregungen, Klemens Jackisch, Wilhelm Bauberger, Franziska Achatz. Julia Szantho von Radnoth hat einige der Abbildungen beigetragen und beim Literaturverzeichnis und Index geholfen. Zur Welt, ohne die dieses Buch nicht hätte entstehen können, gehören aber auch Unzählige, die namenlos und unbekannt bleiben, angefangen bei den vielen, die mit großer Mühe die freie Software programmiert haben, mit der dieses Manuskript erstellt wurde, bis hin zu den Arbeitern und Arbeiterinnen in den Tee- und Kaffeeplantagen, die mit dem von ihnen gepflückten Tee einen unschätzbaren Beitrag dazu geleistet haben, dass insbesondere die technische Arbeit der Aufbereitung des Manuskripts mit ausreichender Wachheit geleistet werden konnte.

Was ist die Welt?

*Warum gibt es überhaupt etwas
und nicht nichts? (Leibniz)*

Gibt es überhaupt etwas
und nicht vielmehr nichts?

*In den besseren Stunden aber wachen wir so weit auf,
dass wir erkennen, dass wir träumen. (Wittgenstein)*

Wer träumt?

Gottfried Wilhelm Leibniz: Philosophische Schriften, Band 1. Hrsg.: Hans Heinz Holz. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1965, S. 427.

Ludwig Wittgenstein in einem Brief vom 9.4.1917 an Engelmann. Ludwig Wittgenstein: Briefe. Hrsg.: B. F. McGuinness und G. H. von Wright. Frankfurt: Suhrkamp 1980, S. 78.

Kapitel 1

Einführung

1.1 Was ist die Welt?

Was ist die Welt? Wir leben in der Welt und wissen um sie, warum also diese Frage? Die moderne Naturwissenschaft erschüttert die Selbstverständlichkeit, mit der wir die Welt kennen. Die meisten modernen Menschen wissen zwar darum, dass die *Relativitätstheorie* von *Albert Einstein* die alltäglichen Begriffe von Raum und Zeit in Frage stellt (vgl. Kap. 3). Aber von diesem allgemeinen Wissen ist es noch ein weiter Weg dazu hin, die denkerische Revolution nachzuvollziehen, die mit dieser Theorie einhergeht. Weniger bekannt ist, dass die moderne Physik mit ihrer Erforschung der grundlegenden Bestandteile der Materie, der *Elementarteilchen*, immer mehr dazu kommt, dass diese nicht einfach als „Teilchen“ verstanden werden können, aus denen die Welt aufgebaut ist (vgl. Kap. 2). Was sind diese Elementarteilchen aber dann? Ein weiterer Punkt betrifft die so selbstverständliche *Richtung der Zeit*, die Tatsache, dass viele Vorgänge nicht einfach rückwärts ablaufen können. Diese alltägliche Erfahrung erweist sich auf dem Hintergrund der modernen Physik als gar nicht leicht zu verstehen (vgl. Kap. 4). Die weitreichendsten – und gleichzeitig am wenigsten verstandenen – Auswirkungen auf das Weltverständnis hat die *Quantentheorie* (vgl. Kap. 5). *Bernard d'Espagnat*, der sich viel mit der Interpretation dieser Theorie auseinandergesetzt hat, stellt dar, „wie unbestimmt und missverständlich in Wirklichkeit einige der Begriffe sind, die wir gewöhnlich benutzen – wie ‚Natur‘ oder ‚Welt‘.“ (d'Espagnat, 1995, 306f, Übersetzung des Verfassers)

Es ist eine Aufgabe der Naturphilosophie, über diese Erschütterungen zu reflektieren. Die Philosophie beginnt mit dem Staunen und die Naturphilosophie beginnt mit dem Staunen über die Welt, die durch die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse ihre alltägliche Selbstverständlichkeit verloren hat.

1.2 Was ist Naturphilosophie?

Dieses Buch beschäftigt sich mit philosophischen Grenzfragen der Physik. Es ist nicht selbstverständlich und auch aktuell umstritten, ob die Philosophie überhaupt einen sinnvollen Beitrag zum Verständnis der Physik und ihrer „Grenzfra-

gen“ leisten kann. Statt eine abstrakte Antwort auf diese Frage an den Anfang dieses Buches zu stellen, soll sie im Verlauf der Durchführung dieses Programms einer Naturphilosophie beantwortet werden. Der Erfolg oder Misserfolg soll zeigen, ob Naturphilosophie ein hilfreiches Projekt ist, ein Projekt, das zu einem tieferen Verständnis der „Welt“ führt. Das Urteil sei dann dem Leser / der Leserin überlassen. Die folgenden allgemeinen Überlegungen sollen zunächst in dieses Programm der Naturphilosophie einführen. Wenn es dem/der LeserIn dabei zu langweilig wird, kann er/sie problemlos gleich in das Kap. 2 springen und auf S. 25 beginnen.

Wozu dient Naturphilosophie?

Der Erfolg einer Naturphilosophie wird sich nicht in derselben Weise messen lassen wie der eines naturwissenschaftlichen Forschungsprogramms. Der Erfolg der naturwissenschaftlichen Methode zeigt sich ganz offensichtlich in der technischen Anwendung ihrer Ergebnisse. Ein so zuverlässiges Erfolgskriterium fehlt der Philosophie. Naturphilosophie setzt voraus, dass philosophische Fragen und Antworten überhaupt *zugelassen* werden. Diese Fragen und die philosophischen Antworten werden sich nur demjenigen erschließen, für den das Staunen, von dem oben die Rede war, schon eine Bedeutung gewonnen hat.

Naturwissenschaft

Das Staunen über die Welt ist aber der Naturwissenschaft nicht fremd. Es geht der naturwissenschaftlichen Forschung keineswegs nur um technische Anwendung, sondern darum, *die Welt zu verstehen*. Ein schon älteres, aber immer noch geschätztes Standardwerk über Allgemeine Relativitätstheorie beginnt mit folgender poetischer und pathetischer Widmung an die Förderer der Physiker:

Wir widmen dieses Buch
 Unseren Mitbürgern,
 Die, aus Liebe zur Wahrheit,
 Von ihren eigenen Bedürfnissen zurückstehen,
 durch Steuern und Spenden,
 Und die hin und wieder
 Einen der ihren dazu bestimmen,
 Als hingebungsvoller Diener,
 Die Suche zu fördern
 Nach den Geheimnissen und wunderbaren Einfachheiten
 Dieses seltsamen und schönen Universums,
 Unserer Heimat.
 (Misner et al., 1973, v)

Das Staunen der Physiker über die Eleganz, die Einfachheit und Schönheit der grundlegenden Gleichungen, die die Welt beschreiben, spielt eine wichtige *heuristische Rolle* für den einzelnen Forscher, die Forscherin. („Heuristisch“ heißt: Sie helfen beim Auffinden neuer, interessanter Ergebnisse und Vermutungen.)

Das Staunen weckt die Neugier und lenkt die Richtung der Forschung. Man will die Welt verstehen.

Die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Forschung werden aber in erster Linie nicht an ihrem Beitrag zu einem subjektiven Verständnis der Welt gemessen, sondern daran, ob sie sich *in der experimentellen Überprüfung bewähren*. Formal bedeutet diese Überprüfung im Experiment den Test, ob eine naturwissenschaftliche Theorie das Verhalten der Natur unter bestimmten Bedingungen richtig vorhersagen kann. Dieses Kriterium lässt sich pragmatisch verstehen, weil es über die *technische Anwendbarkeit* von wissenschaftlichen Theorien entscheidet. Nur eine Theorie, die *sowohl auf richtige als auch auf interessante Vorhersagen* führt, trägt zur Konstruktion von neuen und nützlichen Maschinen bei. In der Form der experimentellen Überprüfung wird das Kriterium der Tauglichkeit für richtige Vorhersagen in der Naturwissenschaft aber in einer Weise gebraucht, die von der jeweiligen konkreten Anwendung abstrahiert.

Damit ergibt sich eine doppelte Funktion der Naturwissenschaft. Ihre Theorien

- stehen im Dienst der technischen Anwendung, und
- sie führen zu einem tieferen Verständnis der Welt.

Nur die erste Funktion ist objektiv überprüfbar oder, technischer und genauer gesagt, *operationalisierbar* (vgl. Abschnitt 3.3.3). Daher ist die Überprüfung durch das Experiment, die der ersten Funktion entspricht, letztlich ausschlaggebend für die Akzeptanz einer naturwissenschaftlichen Theorie. Interessanterweise konvergieren aber beide Funktionen. Theorien, die einen hohen Vorhersagewert haben, führen auch zu einem tieferen Verständnis der Welt. Wissenschaftstheoretisch ist diese Konvergenz keineswegs selbstverständlich und ihre Erklärung ist selbst eine interessante naturphilosophische Frage (vgl. Abschnitt 2.4.2).

Die Not der Philosophie

Der Philosoph, die Philosophin muss im Unterschied zum Naturwissenschaftler, zur Naturwissenschaftlerin mit dem Problem leben, dass er oder sie *kein Kriterium der experimentellen Überprüfung* hat. Philosophische Überlegungen kennen keine technische Anwendung im selben Sinn wie naturwissenschaftliche Theorien. Sie werden, um die obige Klassifizierung der Funktion von naturwissenschaftlichen Theorien aufzugreifen, nur daran gemessen, ob sie die Welt in einer tieferen, fundamentaleren Weise verständlich machen.

Daher spielt in der Philosophie das Staunen eine viel grundlegendere Rolle. Nur der, dem die Welt selbst fragwürdig geworden ist, kann Philosophie verstehen und die Tragfähigkeit ihrer Antworten beurteilen. Dabei bleibt das Urteil darüber, welche Antworten besser, richtiger sind, immer weit „subjektiver“ als in der Naturwissenschaft.

Anmerkung: Die Vertreter des „Pragmatismus“ würden dieser Auffassung von Philosophie widersprechen (vgl. z.B. Rescher, 2000 und Rescher, 2001). Sie vertreten die Meinung, dass sich auch die Wahrheit der Philosophie, ja sogar der Logik, letztlich an ihrer pragmatischen Bewährung entscheidet. Radikalere Formen von Pragmatismus

identifizieren sogar Wahrheit mit Bewährung oder Nützlichkeit. Dennoch kann auch der Pragmatismus kein Kriterium für philosophische Wahrheit angeben, das in ähnlich guter Weise operationalisierbar ist wie das der experimentellen Überprüfung in der Naturwissenschaft.

Der Anspruch der Philosophie

Philosophie lebt vom Anspruch, dass sich diese Antworten dennoch nicht einer intersubjektiven Verständigung entziehen. Um diesen Anspruch zu rechtfertigen kann sie sich darauf berufen, dass es zum alltäglichen Lebensvollzug des Menschen gehört, über Fragen zu urteilen, die nicht naturwissenschaftlich objektivierbar sind und sich über diese Fragen zu verständigen. Viele Entscheidungen im Alltag beinhalten z.B. (meist unreflektiert) eine Abwägung zwischen verschiedenen Gütern, eine Abwägung, welches dieser Güter dem Leben mehr oder weniger Sinn verleiht: Soll ich die kommende Stunde nützen, um einen persönlichen Brief zu beantworten, um Geld zu verdienen oder um Sport zu treiben, ...? Andere Fragen des Alltags sind: Wie viel Vertrauen kann ich der und der Person entgegenbringen? Welches dieser beiden Musikstücke ist gelungener? Die Antwort auf solche Fragen entzieht sich einer objektiven Festlegung, und dennoch geht es um mehr als nur um Geschmack. Zur ästhetischen Frage nach der Qualität eines Kunstwerks gibt es z.B. unter den Fachleuten nicht nur Geschmacksargumente, sondern auch eine rationale Diskussion.

Auch der Naturwissenschaftler und die Naturwissenschaftlerin kann sich diesen Fragen nicht entziehen. Das betrifft nicht nur den normalen Alltag, sondern auch die naturwissenschaftliche Forschung. Die Praxis dieser Forschung kommt nicht ohne ein gewisses Maß von Vertrauen in bestimmte Personen (Forscher, Lehrer) aus und nicht ohne eine Grundentscheidung, in der naturwissenschaftlichen Erkenntnis einen Wert zu sehen, und so weiter. *Werner Heisenberg* führt z.B. als ein Kriterium für gute physikalische Theorien ihre „Einfachheit und Schönheit“ (Heisenberg, 1991, 86) an, also ästhetische Kriterien.

Ein leider allzu berechtigter Einwand gegen die Philosophie

Immanuel Kant preist in der Vorrede zur zweiten Auflage der „Kritik der reinen Vernunft“ den Erkenntnisfortschritt der Mathematik und Physik und stellt dem dann die Philosophie, genauer die Metaphysik, gegenüber (KdrV BXIV–BXV):

Der Metaphysik (...) ist das Schicksal bisher noch so günstig nicht gewesen, dass sie den sicheren Gang einer Wissenschaft einzuschlagen vermocht hätte; ob sie gleich älter ist, als alles übrige (...). In ihr muss man unzählige Mal den Weg zurück tun, weil man findet, dass er dahin nicht führt, wo man hin will, und was die Einhelligkeit ihrer Anhänger in Behauptungen betrifft, so ist sie noch so weit davon entfernt, dass sie vielmehr ein Kampfplatz ist, der ganz eigentlich dazu bestimmt zu sein scheint, seine Kräfte im Spielgefechte zu üben, auf dem noch niemals irgendein Fechter sich auch den kleinsten Platz hat erkämpfen und auf seinen Sieg einen dauerhaften Besitz gründen

können. Es ist also kein Zweifel, dass ihr Verfahren bisher ein bloßes Herumtappen, und, was das Schlimmste ist, unter bloßen Begriffen, gewesen sei.

Für *Kant* wurde dies zur Herausforderung, die Philosophie auf ein ebenso solides Fundament zu stellen, wie die Mathematik und die Naturwissenschaft.

In vieler Hinsicht hat sich das geschilderte Problem nach *Kant* aber sogar noch verschärft. *Wolfgang Stegmüller* beschreibt vier verschiedene Stufen der Differenzierung verschiedener philosophischer Schulen (Stegmüller, 1978, XLI–XLII). Auf der ersten Stufe, die in allen Wissenschaften zur Normalität gehört, treten *wissenschaftliche Meinungsverschiedenheiten* auf, es bleibt aber ein Diskussionszusammenhang erhalten. Auf der zweiten Stufe ist *keine Diskussion mehr möglich*, Argumente und Gegenargumente scheinen ins Leere zu laufen. Ein Mitteilungszusammenhang bleibt aber erhalten. Auf der dritten Stufe entfällt dieser Mitteilungszusammenhang, *ein Philosoph vermag mit dem, was der jeweils andere sagt, keinen Sinn mehr zu verbinden*. Es bleibt nur noch ein Intentionszusammenhang. Auf der vierten Stufe wird dem Philosophen der einen Schule zum Rätsel, was der Philosoph der jeweils anderen Schule überhaupt tut und bezweckt, also *geht selbst der Intentionszusammenhang verloren*.

Naturalismus, Positivismus, Physikalismus

Einige neuzeitliche philosophische Schulen treten mit dem Anspruch an, Philosophie auf einer solideren Basis begründen zu können. Im Zusammenhang mit Naturphilosophie sind vor allem solche Positionen von großer Bedeutung, die das Verhältnis von Philosophie und Naturwissenschaft anders bestimmen als oben beschrieben.

Der *Positivismus* geht davon aus, dass nur Beobachtungen, oder allgemeiner Sinnesdaten, Erkenntnis ermöglichen. Selbst die meisten Objekte der Physik sind damit nicht erkennbar, weil sie nur im Rahmen von bestimmten Theorien aus Beobachtungen abgeleitet werden können (vgl. Abschnitte 2.4.2, 2.4.3). Ein strikter Positivist beharrt darauf, dass das Sprechen über solche theoretisch postulierten Objekte nur dann sinnvoll ist, wenn es auf direkte Beobachtungen zurückführbar ist. Damit *streitet der Positivismus der Metaphysik jeden Erkenntnisanspruch ab*. Im *Wiener Kreis* wurde das so verstanden, dass die Philosophie nur dazu da ist, Begriffe und methodische Fragen der Naturwissenschaft zu klären.

Weniger radikal ist die Position des *Naturalismus*. Dieser setzt erstens voraus, dass alle Wissenschaften sich methodisch an den Naturwissenschaften orientieren müssen. Zweitens geht er davon aus, dass nur die Objekte existieren, die von den empirischen Wissenschaften beschrieben werden. Das ist eine *reduktionistische Position*, nämlich die Behauptung, dass jede sinnvolle Aussage auf naturwissenschaftliche Beschreibungen reduzierbar ist. Das betrifft insbesondere den „geistigen“ Bereich. Fragen wie die nach der Schönheit eines Kunstwerks lassen sich nach der Meinung eines Naturalisten auf Beschreibungen reduzieren, wie das menschliche Gehirn aufgrund naturwissenschaftlicher Gesetze reagiert, wenn es dieses Kunstwerk wahrnimmt.

Der *Physikalismus* ist eine Spielart des Positivismus oder des Naturalismus. Er vertritt die Position, dass alle Wissenschaften auf physikalische Beschreibungen als Einheitssprache reduzierbar sind (Carnap, 1931).

Der reduktionistische Anspruch des *Naturalismus* wird in der modernen Philosophie viel diskutiert. Ein wichtiges Gegenargument, das hier nur angedeutet werden kann (das „Qualia-Argument“), ist der Appell an die Intuition, dass auch das vollständige naturwissenschaftliche Wissen darüber, was bei einem bestimmten Erlebnis im Gehirn passiert, nicht das Wissen darüber ersetzt, wie sich das Erleben für den Erlebenden anfühlt. Dazu muss man selbst in der Position des Erlebenden stehen (Jackson, 1982; Jackson, 1986).

Die Positionen des *Naturalismus*, *Positivismus* und *Physikalismus* können sich zwar auf den Erfolg der Naturwissenschaft berufen. Sie müssen es aber entweder tatsächlich schaffen, alle Fragen, die für das menschliche Leben von Bedeutung sind, auf naturwissenschaftliche zu reduzieren, oder sie müssen es rechtfertigen, warum sie solche Fragen, trotz ihrer Bedeutung, einem rein subjektiven Bereich zuordnet.

Insofern als der praktische Vollzug der Naturwissenschaft immer schon Antworten auf solche Fragen voraussetzt (vgl. oben), entzieht sich eine solche Position das eigene Fundament, wenn sie ihren reduktionistischen Anspruch nicht einlösen kann.

Nicht selten wird, gerade von Naturwissenschaftlern, eine naturalistische Position auch so formuliert, dass sie zur Tautologie wird. Das geschieht, wenn anderen Wissenschaften wie der Philosophie die Wissenschaftlichkeit abgesprochen wird, und wenn als Argument nur angeführt wird, dass diese nicht den Methoden der Naturwissenschaft genügen. Wenn dieses Argument nicht durch eine Begründung der Ausschließlichkeit der naturwissenschaftlichen Methode ergänzt wird, dann ist es wertlos. Eine solche Begründung verlässt aber selbst bereits den Rahmen der Naturwissenschaft.

Bas van Fraassen (Van Fraassen, 2002) argumentiert überzeugend dafür, dass *Empirismus* (in *van Fraassens* Verständnis eine Hochschätzung der empirischen wissenschaftlichen Methode und ein Vertrauen in diese Methode) als Einstellung oder Haltung (engl. *stance*) zur Welt und zur Welterkenntnis verstanden werden muss, nicht aber als Aussage über die Welt. Solche Einstellungen beruhen auf *vorrationalen Entscheidungen*. Das Problem eines unreflektierten Naturalismus besteht darin, dass er seine eigenen vorrationalen Grundhaltungen nicht mitreflektiert, und dass er deshalb diese mit wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Welt vermengt. Eine Betrachtung der Welt, die unter der Vorentscheidung steht, alles abzulehnen, was sich nicht in das Gebäude der empirischen Wissenschaft einordnen lässt, kann ihre eigenen Grenzen nicht sprengen. Der Naturalismus wird oft so vertreten, dass er diese Grenzen dogmatisiert.

Jedenfalls, dieses Fazit soll hier gezogen werden: Es gibt zunächst keinen Grund, das philosophische Weiterfragen an den Grenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnis einfach als unwissenschaftlich abzutun.

Kein allgemein akzeptierter Ansatz für eine Naturphilosophie

Unter Rückgriff auf *Stegmüllers* Einteilung (S. 15) kann man feststellen, dass in der modernen Philosophie und auch in der Naturphilosophie viele Philosophen in einer Weise der zweiten, dritten oder vierten Stufe der Differenzierung und des gegenseitigen Unverständnisses zueinander stehen. Das heißt, dass es keinen gemeinsamen Ansatz, kein gemeinsames Forschungsprojekt gibt, innerhalb dessen alle Naturphilosophen zusammenarbeiten. Man muss leider feststellen, dass verschiedene naturphilosophische Ansätze unvermittelt nebeneinander stehen, ohne dass sich einfach entscheiden ließe, welcher *der richtige* ist.

Trotz dieser Schwierigkeit soll im Folgenden ein naturphilosophischer Ansatz entwickelt werden. Es geht dabei darum, an den Grenzen der physikalischen Erkenntnis weiterzufragen. Oder sollte dieses Fragen nur deshalb unterbleiben, weil es keine einheitliche Antwort gibt? Die Beschäftigung mit diesen Fragen wird außerdem erweisen, dass in gewisser Hinsicht auch der Objektivitätsanspruch der Naturwissenschaften nur ein bedingter ist. Die Objektivität ist dadurch erkauft, dass nur die objektive Perspektive der Welt, der Wirklichkeit von der Naturwissenschaft erfasst wird. Diese Perspektive kann aber selbst nur dann verstanden werden, wenn die Perspektive des erkennenden Subjekts mitgedacht und mitreflektiert wird. (Der Verfasser bittet um Entschuldigung: Diese Sätze greifen schon den naturphilosophischen Ergebnissen vor, die im Folgenden präsentiert werden, und sind ohne diesen Zusammenhang kaum zu verstehen.)

1.3 Der Ansatz

Einen naturphilosophischen Ansatz ohne Bezug auf konkrete Interpretationsfragen der Naturwissenschaft abstrakt zu beschreiben, ist, als wolle man einem Nichtschwimmer im Trocknen erklären, wie er schwimmen soll. Der hier verfolgte Ansatz wird erst in der Auseinandersetzung mit den konkreten physikalischen Themen deutlich werden. Ein paar Vorbemerkungen können aber hilfreich sein.

1.3.1 Naturphilosophie im Kontext

Der Erfolg der Naturwissenschaften

Der wichtigste Kontext für eine moderne Naturphilosophie ist der Erfolg der Naturwissenschaften, ein Erfolg in zweifacher Hinsicht:

- Die moderne Zivilisation ist nicht denkbar ohne den rasanten technischen Fortschritt, für den die Naturwissenschaft eine wesentliche Voraussetzung ist. Jede Zivilisation braucht ein Mindestmaß an Technik, aber die moderne westliche Zivilisation ist dadurch gekennzeichnet, dass sie in extremem und immer weiter zunehmendem Maß durch Technik in Verbindung mit Ökonomie geprägt ist.
- Auch der Erkenntnisfortschritt der Naturwissenschaften geschieht mit immer größerer Geschwindigkeit und wird zum Vorbild bzw. zur Herausfor-

derung für die anderen Wissenschaften. (Vergleiche dazu das obige Zitat von Kant über die Metaphysik, S. 14.)

Weltbildprägende Funktion der Naturwissenschaften

Mit diesem Erfolg der Naturwissenschaften hängt zusammen, dass sie in zunehmendem Maß das moderne Weltbild prägen. Zwei Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- Nach der Veröffentlichung der vorläufigen Ergebnisse des *Projekts zur Erforschung des menschlichen Genoms* im Februar 2001 waren im Feuilleton der FAZ seitenlang Ausschnitte der Zeichenfolgen aus diesem Genom abgedruckt. In dieser Form sind diese Informationen natürlich völlig nichts sagend. Wenn sie so veröffentlicht wurden, dann kommt darin zum Ausdruck, dass der „moderne Mensch“ von diesem Genomprojekt *Aufschluss darüber erwartet, was der Mensch ist*, mehr als von allen Überlegungen einer philosophischen Anthropologie.
- Als ein weiteres Beispiel lässt sich das verbreitete populärwissenschaftliche Interesse für Astronomie und insbesondere Kosmologie anführen. Zwei Bücher von Stephen W. Hawking, „Eine kurze Geschichte der Zeit“ (Hawking, 1988) und „Das Universum in der Nussschale“ (Hawking, 2001) stiegen für lange Zeit in die Bestsellerlisten auf. Das bezeugt, dass viele „moderne“ Menschen die Antwort auf die *Frage nach dem Ursprung der Welt*, nach dem letzten Grund, also die Antwort auf eine ursprünglich philosophische Frage, heute eher von der Naturwissenschaft als von der Philosophie erwarten.

Zusammenfassend kann man sagen: Das naturwissenschaftlich-technische Denken ist *das* Paradigma (der Denkrahm) der modernen Welt. Dabei geht es nicht nur um die technische Anwendung der Naturwissenschaft, sondern das ganze *Selbstverständnis des Menschen, seiner Kultur und Gesellschaft* sind davon betroffen.

Sogar die nicht selten anzutreffende Ablehnung des technisch-naturwissenschaftlichen Denkens als „Ursprung aller neuzeitlichen Übel der Entfremdung von der Natur“ ist selbst eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichem Denken. Und die Gegenrezepte (alternative Energien und so weiter) beruhen oft selbst wieder auf technischen Ansätzen.

Die philosophischen Positionen des *Naturalismus, Positivismus und Physikalismus* können als Auswirkung der tiefgreifend weltbildprägenden Funktion der Naturwissenschaften verstanden werden.

Der Misserfolg der Naturwissenschaften

Neben dem Erfolg der Naturwissenschaften gehört auch ihr Misserfolg zum Kontext einer modernen Naturphilosophie. Der offensichtlichste Punkt in diesem Zusammenhang ist die *zunehmende Zerstörung der Natur durch Technik*. Das, was die Lebensmöglichkeiten des Menschen in vorher unvorstellbarer Weise erweitert

hat, droht, dieselben Lebensmöglichkeiten langfristig erheblich zu beschneiden oder gar zu zerstören. Es gibt verschiedene philosophische Diagnosen für dieses Problem (die nicht den Blick für die ökonomischen Ursachen verstellen sollten).

- Ausgehend von *naturalistischen Positionen* wird behauptet, die Instinktausstattung des Menschen sei *evolutionär nicht an die moderne technische Umwelt angepasst*. Menschen seien gar nicht in der Lage, die langfristigen und/oder globalen Folgen ihres Handelns zu berücksichtigen.
- Eine andere Sichtweise nimmt die *ethisch-sozialen Anlagen* des Menschen sehr ernst und diagnostiziert, dass der einseitigen Fixierung auf Technik und Naturwissenschaft (und Ökonomie) eine *Vernachlässigung der Ethik* gegenübersteht. Eine Stärkung der praktischen Philosophie, v.a. der Ethik, ist somit ein wichtiges Heilmittel gegen das Problem.
- Ein bedeutender Strang der Naturphilosophie (z.B. Böhme, 2002; Meyer-Abich, 1997) nimmt seinen Ausgang von einer weiteren Problemanalyse her. Die weltbildprägende Funktion der Naturwissenschaften wird als Problem betrachtet. Der analysierende und beherrschende Umgang mit der Natur wird als Wirkung der Naturwissenschaft gesehen. Die *zerstörerische Wirkung der Naturwissenschaft*, bzw. der damit verbundenen Naturvorstellung, *entfaltet sich primär im Kopf* und nur sekundär in der Naturzerstörung, so kann man diese Position zusammenfassen. Ein aktuelles Beispiel in der öffentlichen Diskussion ist der Einwand gegen die Biowissenschaften, diese würden die Unverfügbarkeit des menschlichen Lebens aufheben, und damit ein Menschenbild fördern, das dem Menschen seine Würde abspricht.
- Es ist bemerkenswert, dass dasselbe Phänomen von seiten vieler Naturalisten ganz gegensätzlich analysiert wird. Diese sprechen den Naturwissenschaften eine *aufklärerische und emanzipatorische Wirkung* zu, die dem Menschen dazu verhilft, sind endlich von aller Metaphysik zu befreien und zu einem rationalen Verhalten zu kommen. Insofern sei die Auswirkung der Naturwissenschaft auf das Bild von der Welt und vom Menschen letztlich segensreich. (Vgl. als Beispiel Weinberg, 2001.)

Wenn weiter oben (S. 13) gesagt wurde, dass Philosophie keine technische Anwendung hat, dann sollten aber diese Ausführungen hier deutlich gemacht haben, dass gerade die Naturphilosophie in einem praktischen Kontext steht und gesellschaftliche Konsequenzen hat.

Moderner Irrationalismus

Eine Reaktion auf die Probleme von Naturwissenschaft und Technik sind moderne Irrationalismen und Fundamentalismen. Diese sind meist eine rückwärts gewandte Reaktion. Weil die (natur-) wissenschaftliche Rationalität versagt habe, müsse man nun eine „ganzheitliche“ Sicht der Dinge lernen. Dieser Vorwurf enthält viel Wahrheit, wenn diese ganzheitliche Sicht die wissenschaftliche Rationalität mit einschließt. Oft werden aber Begriffe dieser Rationalität, also aus der

modernen Naturwissenschaft, willkürlich mit Begriffen der Esoterik vermischt. Hier nur eines von unzähligen Beispielen:

Erhöhe Deine Bowis-Einheiten, dass sie mindestens eine Million erreichen – denn dann hast Du einen optimalen Schutz vor jeglicher negativer Bestrahlung. Diese hohen Schwingungen der Reinheit und Liebe sind jetzt nötig, um die immer stärker werdenden Schwingungen des Magnetfeldes und der Frequenzen überstehen zu können, ohne zu „verbrennen“. . . .

(Aus einer Anzeige in: *Die andere Realität*, Nr. 4/2002, August/September 2002, S. 14)

Eine Internetrecherche zum Stichwort „Esoterik“ fördert beliebig viele vergleichbare Zitate zu Tage.

1.3.2 Vorentscheidungen für den betrachteten naturphilosophischen Ansatz

Oben wurde schon erwähnt, dass es eine Vielzahl von miteinander kaum vermittelbaren Ansätzen einer Naturphilosophie gibt. Meist beruhen die Unterschiede auf nicht explizit gemachten *Grundvoraussetzungen* oder wissenschaftlichen Mentalitäten. Um dieses Buch für den Leser leichter verständlich zu machen, sollen einige der Vorentscheidungen des hier verfolgten Ansatzes ausdrücklich dargelegt werden.

Der Erfolg der Naturwissenschaften als Ansatzpunkt, dann kritische Analyse der Grenzen

Es wurde erwähnt, dass einige wichtige moderne Ansätze einer Naturphilosophie von den Problemen der Naturwissenschaft ausgehen. Im Folgenden wird ein Ansatz gewählt, der *den Erfolg der Naturwissenschaften als Ausgangspunkt wählt*. Die Rationalität der empirischen Wissenschaften wird in vollem Umfang gewürdigt. Diese Vorentscheidung sei hier zunächst so begründet, *dass die notwendige Kritik der empirischen Wissenschaften und ihrer technischen Anwendungen auf einer Rationalität beruhen muss, die die naturwissenschaftliche Rationalität mit einschließt*. Aus dieser Vorentscheidung ergibt sich der Aufbau der einzelnen Kapitel: Zu einzelnen Themen der modernen Physik wird jeweils zunächst der Stand der Forschung dargestellt, um anschließend philosophisch weiterzufragen.

Dieses Weiterfragen beginnt an den Grenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnis und der empirischen Methode im Allgemeinen.

Methodisch: Interdisziplinarität

Eine weitere Vorentscheidung betrifft die Bestimmung des Verhältnisses von Philosophie und Naturwissenschaft. *In der Anfangszeit der abendländischen Philosophie waren diese Disziplinen noch nicht getrennt*. Schon der Begriff „Metaphysik“ knüpft an „Physik“ an und viele der großen Philosophen (Aristoteles,

aber auch die Vorsokratiker sind ein Paradebeispiel) betrieben gleichzeitig Naturwissenschaft. Dann kam es aber zur Aufspaltung, wobei das Verhältnis zunächst hierarchisch verstanden wurde. Die Philosophie sollte die grundlegenden Fragen klären, die *empirische Wissenschaft war demgegenüber nachgeordnet*. Mit dem atemberaubenden Erfolg der Naturwissenschaft *hat sich diese Verhältnisbestimmung zumindest im Selbstverständnis der meisten Naturwissenschaftler umgekehrt*. Die Philosophie ist eine Ausschmückung, ein Anhängsel an den großen Strom der Wissenschaft, für den die empirischen Wissenschaften stehen. Der Positivismus gesteht, wie oben schon erwähnt, der Philosophie nur noch die Aufgabe der Klärung von Begriffen zu, im Dienst an der empirischen Wissenschaft.

Im Folgenden wird auf eine vorausgehende Verhältnisbestimmung von Philosophie und Naturwissenschaft verzichtet. Der grundlegende Ansatz ist *Interdisziplinarität*. Neuerdings wurde auch der Begriff *Transdisziplinarität* eingeführt. Er macht klar, dass nicht nur eine Verständigung der Wissenschaften gefragt ist, sondern dass es eigene Fragestellungen gibt, die nur durch eine Forschung quer über die tradierten Wissenschaftsdisziplinen angegangen werden können (vgl. Nowotny, 1999, Poser, 2001, 285). Eine Hierarchie der Wissenschaften wird nicht vorausgesetzt. Eine solche Hierarchie kann nachträglich gefunden werden, sie braucht dann aber in einem interdisziplinären Verständnis eine sehr starke Begründung. Der methodische Ausgangspunkt ist, ein *Geflecht* (oder modern gesagt: *Netzwerk*) von Theorien anzunehmen, ohne hierarchische Ordnung. Im Rahmen der Physik sind z.B. Theorien wie die Quantentheorie, die Thermodynamik und die Elementarteilchentheorie in vielfältiger Weise miteinander verbunden. Das Gleiche gilt im Rahmen der Philosophie z.B. für die Metaphysik, die Erkenntnistheorie und die Ethik. Aber ein Schwachpunkt sind die Beziehungen zwischen den Wissenschaften. Naturphilosophie steht interdisziplinär zwischen Philosophie und Naturwissenschaft, *sie befasst sich mit den konkreten Fragestellungen, die sich aus der Verbindung dieser Wissenschaften ergeben*.

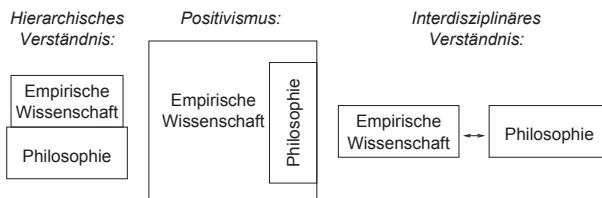


Abbildung 1.1: Verschiedene Weisen, das Verhältnis von empirischer Wissenschaft und Philosophie zu verstehen.

Wissenschaft ohne festes Fundament

Eine solche interdisziplinäre Auffassung vom Verhältnis der Wissenschaften relativiert den Anspruch auf Einheitlichkeit der wissenschaftlichen Erkenntnis. *Diese Einheit wird nicht als vorgegeben begriffen, sondern sie ist im Prozess der wissenschaftlichen Arbeit immer wieder neu zu begründen*. Naturphilosophie ver-

steht sich als ein Versuch, diese Leistung im Verhältnis zwischen Naturwissenschaft und Philosophie zu erbringen.

Das führt weiterhin zu folgender Position: Es gibt *keinen festen Ausgangspunkt, kein sicheres Fundament*, auf das die Wissenschaften aufbauen, sondern das Fundament wird erst im Aufbau der Wissenschaften gefunden und muss immer wieder neu begründet werden. Dieses Selbstverständnis der Wissenschaft hat Otto Neurath mit einem berühmten Bild ausgedrückt (Neurath, 1933, 206):

Wie Schiffer sind wir, die ihr Schiff auf offener See umbauen müssen ohne es jemals in einem Dock zerlegen und aus besten Bestandteilen neu errichten zu können.

Da es kein solches Fundament gibt, verbietet es sich, einen naturphilosophischen Ansatz inhaltlich vor einer Betrachtung der konkreten naturwissenschaftlichen Erkenntnisse auszubuchstabieren. Erst im Nachhinein wird sich ein solcher Ansatz inhaltlich füllen lassen.

Wissenschaftliche Einstellungen und Mentalitäten

Wissenschaft ohne vorgängiges sicheres Fundament und mit dem Leitprinzip der Interdisziplinarität zu betreiben, wurde hier als Vorentscheidung für den gewählten naturphilosophischen Ansatz bezeichnet. Keine Wissenschaft ist ohne Vorentscheidungen (zumindest nicht ohne methodische Vorentscheidungen) möglich, die zunächst vorrational oder zumindest vorwissenschaftlich getroffen werden. Denn ein wissenschaftliches Urteil über diese Vorentscheidungen setzt selbst bereits eine entwickelte Wissenschaft voraus. Dieses Urteil ist daher immer nur im Nachhinein, als Reflexion über die Rationalität der getroffenen Vorentscheidungen möglich. Diese Vorentscheidungen entstammen zunächst einer allgemeinen Einstellung zur Wissenschaft, einer wissenschaftlichen Mentalität. (Vgl. den Abschnitt über Positivismus und Naturalismus, S. 15–16.) Es ist daher keineswegs ein Gebot der Rationalität, solche vorrationalen Elemente ganz zu vermeiden. Besser ist es, diese Vorentscheidungen ausdrücklich zu machen, sich ihrer bewusst zu sein und sie nachträglich in Frage stellen.

Verankerung der Wissenschaften im Lebenskontext

Das vorgestellte Verständnis der Wissenschaften entspricht ihrer praktischen Verankerung im Zusammenhang des Lebens. Das erste Fundament der Wissenschaften ist der *Lebenskontext*. Zu Recht weisen die Vertreter des methodischen Konstruktivismus auf diese Einbettung der Wissenschaften hin (Janich, 1997). Dieser Lebenskontext ist zwar keineswegs einfach irrational, aber die reflektierte Rationalität der Wissenschaften kommt doch erst nachträglich dazu. Auch das Erlernen einer Wissenschaft beginnt beim Lebenskontext. Das Zählen und die Grundrechenarten lernt man nicht etwa ausgehend von den Peano-Axiomen (den abstrakten Axiomen, die die Eigenschaften der natürlichen Zahlen festlegen), sondern an praktischen und anschaulichen Beispielen. Die Mathematik ist mit ihrer axiomatischen Methode diejenige Wissenschaft, die einen hierarchischen und systematisch begründeten Aufbau am erfolgreichsten verwirklicht hat. Aber auch in

der Mathematik ist diese Systematisierung immer erst nachträglich geschaffen worden. Anfang des 20. Jahrhunderts kam es zur so genannten *Grundlagenkrise der Mathematik*. Erst danach gelang es, die Mengenlehre widerspruchsfrei zu axiomatisieren, auf der heute der ganze Aufbau der Mathematik ruht. Damit hat aber die Mathematik keineswegs erst angefangen und niemand kann heute sagen, ob man in 100 Jahren immer noch am selben Ansatz zur Grundlegung der Mathematik festhalten wird.

1.4 Überblick

In diesem Buch geht es also um Fragen aus dem Grenzbereich zwischen Philosophie und Physik. Dazu werden verschiedene Forschungsgebiete der modernen Physik aufgegriffen. Zu jedem dieser Gebiete wird ein *Überblick über die wichtigsten Ergebnisse der Forschung* gegeben. Diese werden anschließend *philosophisch reflektiert*. Auf die Physik folgt das philosophische Weiterfragen. Eine Reflexion über diese Methode findet sich anhand eines Beispiels in Abschnitt 2.3.5.

Die Darstellung der physikalischen Ergebnisse verzichtet weitgehend auf Formeln, sie verbleibt auf der begrifflich-beschreibenden Ebene. Den physikalischen Theorien ist zwar die Formelsprache angemessen, doch die Mathematik, die erforderlich wäre, um die dargestellten Sachverhalte in der abstrakten Darstellung der Formeln zu verstehen, ist nur ausgebildeten Physikern oder Mathematikern verständlich.

Einige Erläuterungen, die sehr speziell sind oder viel Mathematik verlangen, sowie Anmerkungen, die zu viel Platz in Anspruch nehmen, wurden aus dem Buch herausgenommen. Sie können im Internet eingesehen werden, unter der Adresse:

<http://bauberger.net/wasistdiewelt/>

Bezüge auf diese Anhänge werden in der Form (Internet-Anhang, xyz) bezeichnet, wobei „xyz“ den jeweiligen Verweis bezeichnet. Auch die im Buch angegebene Links können dort direkt angeklickt werden.

Das erste Thema, das dieses Buch aufgreift, ist die *Struktur der Materie*. In Kap. 2 werden die physikalischen Theorien aus dem Bereich der Hochenergiephysik bzw. Elementarteilchenphysik, dargelegt. Daraus ergeben sich philosophische Fragen zur *Ontologie* (die „Lehre vom Sein“, also vom Wesen und von der Beschaffenheit der Wirklichkeit und dessen was existiert) und zur *Wissenschaftstheorie*.

Darauf folgt Kap. 3, das sich mit der *Relativitätstheorie* beschäftigt. Die philosophischen Fragen, die sich zu diesem Thema ergeben, betreffen die Erkenntnistheorie, insbesondere die Frage nach *intuitiver Erkenntnis* bzw. im philosophischen Jargon „synthetischer Erkenntnis a priori“.

Kap. 4 über die *Thermodynamik* führt in das Konzept *epistemischer Naturgesetze* ein und stellt die Frage nach dem Ursprung des Zeitpfeils, der Zeitrichtung.

Das Kap. 5 über *Quantenmechanik* sollte aus systematischen Gründen eigentlich am Anfang stehen, weil es sich um die grundlegendste Theorie der modernen

Physik handelt. Da dieses Thema aber vergleichsweise schwierig ist, wird es erst nach der Thermodynamik behandelt. Es führt die Frage nach dem *realistischen Gehalt der Naturgesetze* weiter.

In Kap. 6 wird die *Kosmologie* behandelt und in Hinblick auf die Frage nach *Schöpfung* reflektiert.

Es folgt ein Kapitel über die *Chaostheorie* (Kap. 7). Diese Theorie führt zu einem tieferen Verständnis von Determinismus und Indeterminismus. Sie ist weiterhin die Grundlage der Physik des Lebens, indem sie erklärt, wie komplexe und einzigartige Strukturen entstehen können.

Das abschließende Kap. 8 fasst den *Ertrag* der philosophischen Reflexionen über diese Themen zusammen.

Jedes dieser Kapitel (außer dem letzten) endet mit einer Zusammenfassung und mit Literaturhinweisen, teilweise auch mit Internetverweisen. Die Literaturhinweise sind keineswegs erschöpfend, sondern als Auswahl zu verstehen. Im Literaturverzeichnis am Ende des Buches sind keine allgemeinen Lehrbücher aufgeführt, auch wenn diese die Grundlagen des betrachteten physikalischen und philosophischen Stoffs behandeln.

Der Aufbau dieses Buches ist nicht immer streng systematisch. Der Begriff des *Realismus* wird z.B. erst in Abschnitt 5.3 definiert, obwohl sich schon in den vorangehenden Kapiteln Überlegungen dazu finden. Im Sinn eines Lehrbuchs gehen diese Überlegungen von einem intuitiv verständlichen Gebrauch des Begriffs aus, der erst im Lauf der Ausführungen immer präziser verstanden und festgelegt werden kann.

Naturphilosophie ist zu unterscheiden von *Wissenschaftstheorie*, obwohl es viele Zusammenhänge zwischen beiden gibt. Wissenschaftstheorie ist philosophische Reflexion über die Weise, wie empirische Wissenschaft funktioniert und was Naturwissenschaft erkennt. Es handelt sich, so wie sich diese Disziplin der Philosophie entwickelt hat, um eine Art Metareflexion zur Methode und zum Anspruch der empirischen Wissenschaft. Naturphilosophie geht dagegen von den Ergebnissen der Naturwissenschaft aus. Ein Buch des Verfassers zur Wissenschaftstheorie ergänzt in vieler Hinsicht die Ausführungen in diesem vorliegenden Buch (Bauberger, 2016).

Desweiteren ist Naturphilosophie auch *keine (oder jedenfalls nicht nur) Geschichte der Naturwissenschaft*, obwohl geschichtliche Analysen in vielen Einzelfällen zum Verständnis beitragen.

1.5 Allgemeine Literatur zur Naturphilosophie

- Drieschner (2002)
- Esfeld (2002)
- Mutschler (2002)
- Mittelstaedt (1976)
- Bartels (1996)
- Sklar (1992)
- Meyer-Abich (1997)
- Erbrich (1996)
- Koltermann (1994)
- Genz (2002)
- Kirchhoff et al. (2017)
- Esfeld (2012)

Kapitel 2

Der Aufbau der Materie

*Dass ich erkenne, was die Welt
im Innersten zusammenhält.*

(J.W. Goethe: Faust: Der Tragödie erster Teil.)

2.1 Die Atomhypothese

Richard Feynman, einer der großen Physiker des 20. Jahrhunderts, schreibt in seinen Einführungsvorlesungen zur Physik (Feynman et al., 1987a, 21):

Wenn in einer Sintflut alle wissenschaftlichen Kenntnisse zerstört würden und nur ein Satz an die nächste Generation von Lebewesen weitergereicht werden könnte, welche Aussage würde die größte Information in den wenigsten Worten enthalten? Ich bin davon überzeugt, dass dies die *Atomhypothese* (oder welchen Namen sie auch immer hat) wäre, die besagt, *dass alle Dinge aus Atomen aufgebaut sind – aus kleinsten Teilchen, die in permanenter Bewegung sind, einander anziehen, wenn sie ein klein wenig voneinander entfernt sind, sich aber gegenseitig abstoßen, wenn sie aneinander gepresst werden.* In diesem einen Satz werden Sie mit ein wenig Phantasie und Nachdenken eine *enorme* Menge an Information über die Welt entdecken.

Das Wissen darum, dass die Materie aus Atomen aufgebaut ist, gehört zur grundlegendsten Allgemeinbildung. Und Feynman hat recht mit seiner obigen Feststellung, die man in formaler Sprache wie folgt ausdrücken kann: *Die Atomhypothese hat sich als eines der fruchtbarsten Paradigmen der Naturwissenschaft erwiesen.* Erstaunlich ist daher, dass die Vorstellung von Atomen noch um die Wende zum 20. Jahrhundert ernsthaft diskutiert wurde.

Antike Atomvorstellung (die Atomisten)

Dabei stammt die Grundidee der Atomtheorie schon aus dem fünften Jahrhundert vor Christus: *Demokrit* (ca. 460 – ca. 370 v. Chr.) entwickelte, aufbauend auf

Ideen von *Leukipp* (– ca. 440 v. Chr.), dieses Konzept. Sie hatten folgende Vorstellung: Alle Stoffe sind aus kleinsten, unteilbaren Teilchen zusammengesetzt. Diese „Atome“ (griechisch „ἄτομος“, „unteilbar“) haben *nur die Eigenschaft der Form und der Position im ansonsten leeren Raum*. Die Eigenschaften, die wir in unserer Alltagswelt von Stoffen kennen, Farbe, Geruch, Geschmack und so weiter, ergeben sich sekundär aus diesen Eigenschaften der Atome. Diese Eigenschaften, die der Sinneswahrnehmung zugänglich sind, können also, soweit man dieser Theorie folgt, auf die grundlegenden physikalischen Eigenschaften der Anordnung und Form von Atomen *reduziert* werden („primäre“ Eigenschaften, im Gegensatz zu den genannten „sekundären“ Eigenschaften).

Zu dieser Zeit konnte sich die Atomhypothese auf keine empirische Beobachtungen stützen. Sie war rein theoretisch motiviert, als Antwort auf zwei Fragen: (1) das Problem der Veränderung und (2) die Vielfalt der Erscheinungen in der Natur.

Das Problem der Veränderung

Das (philosophische) *Problem der Veränderung* ist das folgende: Veränderung heißt, dass ein Gegenstand einerseits in der Zeit mit sich identisch bleibt (der veränderte Gegenstand steht in einer Kontinuität mit dem Gegenstand vor der Veränderung, er ist in gewisser Weise derselbe Gegenstand), andererseits verändert sich der Gegenstand, ist also nicht mehr mit dem Gegenstand vor der Veränderung identisch. Es ist also das Problem, wie Identität und Nicht-Identität in der Veränderung zusammen gedacht werden können. Parmenides (frühes fünftes Jhd. v. Chr.), der manchmal als erster Metaphysiker der abendländischen philosophischen Tradition bezeichnet wird, gab darauf die Antwort, dass das eigentlich Wirkliche unveränderlich sei, Veränderung geschehe also nur scheinbar. Der Atomismus im Sinn Demokrits gibt eine andere Antwort: „Die Atome sind unveränderlich, sie verändern aber ihre Position im Raum und ihre Lage zueinander. Die Eigenschaften der Stoffe und der Gegenstände sind veränderlich, weil sie durch die Anordnung der Atome zustande kommen.“

Die Vielfalt der Erscheinungen in der Natur

Die *Vielfalt der Erscheinungen in der Natur* ist nicht notwendig ein Problem. In diesem Punkt dachten die vorsokratischen Naturphilosophen aber schon in der Linie der modernen Physik. Diese strebt danach, die Vielheit von Erscheinung auf möglichst einfache Erklärungen zurückzuführen. Dabei wird gefordert, dass die vielfältigen Erscheinungen aus der einfachen Erklärung kausal (bzw. in einer vorhersagbaren Weise) folgen. Der Atomismus ist einerseits eine exzellentes Beispiel für diese Art der Reduktion auf eine einfache Erklärung, weil er postuliert, dass alle Eigenschaften der Stoffe allein auf die Form und die Anordnung der Atome reduziert werden können. Andererseits präsentierten Leukipp und Demokrit noch nicht einmal Ansätze einer Idee, wie die sichtbaren und fühlbaren Eigenschaften der Materie aus der Atomhypothese konkret abgeleitet werden können.