

CARL FRIEDRICH FREIHERR VON WEIZSÄCKER

Zum Weltbild der Physik

VIERTE AUFLAGE

1949



S. HIRZEL VERLAG STUTTGART

Das Verhältnis der Quantenmechanik zur Philosophie Kants

Die moderne Physik hat philosophische Fragen aufgeworfen, die im Rahmen der bekannten philosophischen Systeme der Vergangenheit und der Gegenwart schwerlich eine vollständige Antwort finden werden. Die vorliegende Arbeit möchte der Vorbereitung einer sachgemäßen Antwort dienen, indem sie einige bereits bekannte philosophische Thesen prüft, die sich auf die Fragen der Physik beziehen. Sie stellt sich also keine historische, sondern eine vorbereitend-systematische Aufgabe. Die Beschränkung der besprochenen Physik auf die Quantenmechanik erfolgt nur, um den Kreis der Fragen nicht von vornherein zu weit zu ziehen; da die Quantenmechanik zugleich die empirisch am besten belegte und die radikalste der modernen Theorien ist, kann man aus ihr wohl gegenwärtig am meisten für die philosophischen Fragen lernen. Die Beschränkung der besprochenen philosophischen Lehren auf das System Kants ist nicht ausschließlich. Aber das Ungenügen der heute mit ihm konkurrierenden naiv-realistischen und positivistischen Ansichten drängt die Fragestellung von selbst in die Richtung, die Kant eingeschlagen hat. Die Antworten, die Kant auf seine Grundfragen gegeben hat, erweisen sich angesichts der modernen Physik weder als richtig noch als falsch, sondern als zweideutig. Indem wir versuchen, an Hand der heutigen Erkenntnisse eine richtige und eine unrichtige Deutung der Kantschen Thesen auseinanderzuhalten, gewinnen wir ein Prinzip der Kritik der Kantschen Philosophie und zugleich einen Ausgangspunkt für die weitere philosophische Bearbeitung der modernen Physik.

I. Der Inhalt der Quantenmechanik

Es ist zunächst notwendig, die Behauptungen der Quantenmechanik kurz zusammenzufassen. Dabei interessieren uns zunächst die Fragen, ob die Quantenmechanik, wie man oft gesagt hat, auf die Anschaulichkeit der Naturbeschreibung und auf das Kausalprinzip verzichtet habe. Wir werden

sehen, daß beide Thesen ungenau sind, und daß der entscheidende Punkt der Quantenmechanik im Verzicht auf die „Objektivierbarkeit“ des Naturgeschehens liegt. Wir prüfen schließlich, wieweit den Behauptungen der Quantenmechanik vom physikalischen Standpunkt aus Endgültigkeit zugesprochen werden kann.

— 1. *Anschaulichkeit.* Der Begriff der Anschaulichkeit ist vieldeutig. In der modernen Physik bekommt er einen eingeschränkten, aber genauen Sinn durch die Gleichsetzung von „anschaulich“ und „klassisch“. In welchem Sinn und mit welchem Recht werden beide Begriffe gleichgesetzt?

Als „klassische Physik“ bezeichnet man heute die Newtonsche Mechanik, die Maxwell'sche Elektrodynamik und alle die Disziplinen, die sich durch irgendeine modellmäßige Deutung ihrer Grundphänomene auf Mechanik und Elektrodynamik zurückführen lassen; so die Akustik (auf Grund der Deutung des Schalls als Wellenbewegung), die Wärmelehre (auf Grund der kinetischen Theorie der Wärme), die Optik (auf Grund der elektromagnetischen Lichttheorie). In welchem Sinne ist diese Physik nun „anschaulich“? Auf diese Frage pflegt man die Antwort zu erhalten: sie beschreibt alle physikalischen Phänomene als Zustände von Gebilden, die sich im dreidimensionalen euklidischen Raum befinden, und als Änderungen dieser Zustände in einer eindimensionalen, objektiven Zeit. Doch ist dies offenbar ein sehr abstrakter Begriff von Anschaulichkeit. Man denke einmal an das, was Goethe unter Naturwissenschaft verstand: das Anschauen der reinen Phänomene. Die klassische Physik bleibt gerade nicht beim Anschauen der Urphänomene Licht, Schall, Wärme stehen, sondern führt sie auf unanschauliche, nur indirekt beweisbare Bewegungsvorgänge zurück. Das Weltbild der klassischen Physik, für das diese Bewegungsvorgänge schließlich die einzigen Realitäten waren, leugnete somit geradezu die physische Realität des Angeschauten und überließ es den unfertigen Wissenschaften der Sinnesphysiologie und Psychophysik, nachträglich zu erklären, wie jene Phänomene der Anschauung „zustande kommen“. Die klassische Physik zahlt diesen Preis, um dafür die Einheitlichkeit des Weltbildes zu erkaufen. So projiziert gleichsam die anschaulich gegebene Welt auf eine Ebene reiner Begriffe.

Aber immerhin ist es eben die anschaulich gegebene Welt, die durch diese Projektion abgebildet wird. Zwar sind dem Anschauungsvermögen des normalen Menschen keineswegs alle Sätze der euklidischen Geometrie unmittelbar einleuchtend oder gar selbstverständlich; aber wenn man

unsere Anschauung von dem Raum, in dem wir die äußeren Gegenstände vorfinden, überhaupt in die Sprache einer axiomatisierten Geometrie übersetzen wollte, sah man sich eindeutig auf die euklidische Geometrie geführt. Zwar enthält das unmittelbare Erlebnis des Lichtes nichts von Wellenvorgängen; aber wenn man die Erscheinungen der Lichtausbreitung — bis in ihre durch die Worte Interferenz und Beugung angedeuteten Feinheiten hinein — überhaupt durch zusammenhängende Begriffe darstellen wollte, mußte man von einem räumlich und zeitlich periodisch modulierten Feld der Lichterregung reden. So bilden die Sätze der klassischen Physik die Struktur der durch die Anschauung gegebenen Welt ab; die Begriffe der klassischen Physik bilden die Präzisionssprache, in welcher der Physiker angibt, wie ein Apparat gebaut werden soll, und mitteilt, was er gesehen hat.

Die klassische Physik hat dadurch eine eigentümliche Mittelstellung zwischen der Welt der Empfindungen und der Welt der Dinge. Für eine Theorie der Empfindung und Wahrnehmung gibt sie die objektiven Dinge an, welche die Empfindung auslösen und in der Wahrnehmung erscheinen. Z. B. gestattet sie beim Vergleich von Reiz und Reaktion, den Reiz objektiv zu definieren. Umgekehrt liefert sie bei der Erforschung der Objekte der Außenwelt, die sich heute mehr und mehr jenseits des unmittelbar Wahrnehmbaren abspielt, die Sprache, in der jede Botschaft, die uns von jenen nicht direkt wahrgenommenen Objekten kommt, ausgedrückt werden muß. Da alles Angesehene mit der klassischen Physik beschrieben wird, ist die klassische Physik nun in der physikalischen Forschung der Repräsentant der Anschauung.

An dieser Stelle lernen wir zu unterscheiden zwischen zwei Bedeutungen der klassischen Physik: als Weltbild und als methodisches Hilfsmittel. In der Physik sind untrennbar miteinander verwoben Aussagen auf Grund unmittelbarer Wahrnehmung und Extrapolationen auf nicht Wahrgenommenes, ja in vielen Fällen auf praktisch nicht Wahrnehmbares. Das Weltbild der klassischen Physik nimmt an, auch alles Nichtwahrgenommene müsse — wenigstens in den Grundzügen — dieselben Eigenschaften haben wie das Wahrgenommene. Dies ist eine Hypothese, und zwar, wie die heutige Physik lehrt, eine in weitem Umfang falsche Hypothese. Die klassische Physik als methodisches Hilfsmittel bleibt von dieser Kritik unbetroffen. Denn immer verlangt die empirische Nachprüfung der physikalischen Sätze, daß wenigstens indirekt eine Verbindung zwischen dem Ob-

jekt und der Wahrnehmung hergestellt wird (z. B. durch Vergrößerungs- und Verstärkungseinrichtungen, deren bekanntestes Beispiel das Mikroskop ist). Der wahrgenommene Vorgang in der Natur oder im Meßapparat wird aber jedenfalls mit den Begriffen der klassischen Physik beschrieben. Aus dieser Tatsache ergibt sich sogar eine Vorbedingung für die Richtigkeit jeder neuen Theorie: sie muß in dem Grenzfall, in dem sie auf Gegenstände unserer täglichen Erfahrung angewandt wird, in die klassische Physik übergehen. —

Wodurch unterscheidet sich nun die Quantenmechanik von der klassischen Physik? Sie hat entdeckt, daß dasselbe physikalische Objekt zwei verschiedene, einander scheinbar ausschließende Erscheinungsformen besitzt: Teilchen und Feld (oder Welle). Diese beiden Formen, unter denen alle atomaren Objekte im Experiment erscheinen, sind nicht aus einer größeren Anzahl gleichwertiger Möglichkeiten herausgegriffen; sie bilden vielmehr eine vollständige Disjunktion. Ein Teilchen ist ein physikalisches Gebilde, das sich, wenn es sich an einem Ort befindet, nicht gleichzeitig an einem davon entfernten Ort befinden kann; ein Feld ist ein durch den Raum verbreitetes Gebilde. Die Teilchen-Natur eines Gebildes folgt aus allen Experimenten, die eine Lokalisation seiner Wirkungen beweisen (z. B. Nebelkammeraufnahmen); die Feld-Natur eines Gebildes folgt aus allen Experimenten, die ein Zusammenwirken mehrerer voneinander entfernter Orte beweisen (Interferenz). Welchen Sinn kann nun die Behauptung haben, ein Elektron sei sowohl Teilchen als auch Feld? Die Erfahrung zeigt zwar sowohl Lokalisations- als auch Interferenzeffekte der Elektronen. Wie wird aber der hierin scheinbar liegende Widerspruch vermieden? Der Widerspruch besteht nicht zwischen den tatsächlich beobachteten Eigenschaften des Elektrons; er tritt nur auf, wenn man annimmt, diese Eigenschaften kämen dem Elektron auch dann zu, wenn man darauf verzichtet, sie zu beobachten. Dies sei an einem Beispiel erläutert.

Habe ich ein Elektron soeben an einem bestimmten Ort vorgefunden, so sagt das Teilchenbild: an diesem Ort ist ein Teilchen; das Wellenbild: hier ist ein auf engstem Raum zusammengedrücktes „Wellenpaket“. Beide Darstellungen sind richtig und widersprechen einander nicht. Aber nach einiger Zeit müßte das Teilchen in irgendeiner Richtung davongelaufen sein, das Wellenpaket hingegen sich nach allen Richtungen ausgebreitet haben. Der hierin liegende scheinbare Widerspruch wird vermieden durch die Bemerkung,

kung, daß ich den Impuls (also Bewegungsrichtung und -größe) des Elektrons gar nicht kenne; denn die Ortsmessung setzt die Wechselwirkung des Elektrons mit einem ortsfesten Meßapparat voraus, der dem Teilchen bei seiner Bewegung beliebige Ablenkungen geben kann. Ich kann also auch nach dem Teilchenbild nur prophezeien, daß ich das Teilchen bei einer wiederholten Ortsmessung irgendwo in der Nähe des ersten Ortes finden werde; und es ist die statistische Grundannahme der Quantenmechanik, daß die Wahrscheinlichkeit, das Elektron an einem bestimmten Ort vorzufinden, durch die Intensität der ihm entsprechenden Welle an demselben Ort gegeben ist. Der Widerspruch, der darin liegt, daß das Teilchen nur eine Bahn durchlaufen und daher nicht, wie das Wellenbild fordert, jeden Punkt der Umgebung erreichen kann, wird also dadurch vermieden, daß der Impuls, aus dem ich die Bahn des Teilchens vorausberechnen könnte, nicht bekannt ist und ich daher nicht weiß, welche Bahn das Teilchen zurücklegen wird; oder umgekehrt, Wellenbild und Teilchenbild lassen sich nur dann vereinbaren, wenn angenommen wird, daß der Impuls eines Teilchens von bekanntem Ort gar nicht bekannt sein kann. Wollte man, wie es in der klassischen Physik ohne weiteres möglich wäre, den Impuls durch eine zweite Messung bestimmen, so würde dadurch — wie man wieder aus der gleichzeitigen Gültigkeit des Wellenbildes ableiten kann — infolge der Wechselwirkung des Elektrons mit dem neuen Meßapparat sein Ort eben um so viel unbestimmt, daß die dem Wellenbild widersprechende Vorausberechnung der Bahn nun wegen Ortsunkenntnis unmöglich wäre.

Was folgt aus diesen Gesetzmäßigkeiten für die Frage nach der Anschaulichkeit der Quantenmechanik? Die ganze obige Betrachtung hält sich im Rahmen der Anschauung. Wir haben nicht angenommen, daß Teilchen- und Wellenbild dort, wo die Erfahrung sie verlangt, doch nur genäherte Darstellungen seien. Vielmehr gilt in der Quantenmechanik der Satz von der Persistenz der klassischen Gesetze; er besagt: wenn irgendeine klassisch definierte Größe durch Messung bekannt ist, so sind alle Folgerungen, die nach der klassischen Physik aus dieser Kenntnis gezogen werden können, exakt richtig. Das heißt man kann jedes Bild da, wo es aus der Erfahrung gefordert ist, in aller Strenge anwenden; nur darf man nicht annehmen, die Bestimmungsstücke, welche durch das gerade vorliegende Experiment nicht angegeben werden, hätten gleichwohl bestimmte Werte. Wir haben also nicht auf die Anschaulichkeit der Naturbeschreibung verzichtet, sondern nur darauf, den anschaulichen Bestimmungsstücken der Natur einen

vom jeweiligen Beobachtungszusammenhang unabhängigen „objektiven“ Sinn zuzuschreiben.

Dies wird besonders deutlich durch den allgemeinen Formalismus der Quantenmechanik. Er beschreibt unser Wissen über ein Objekt durch die Angabe einer abstrakten „ ψ -Funktion“. Die Verbindung dieser Funktion mit der Erfahrung besteht darin, daß aus ihr die Wahrscheinlichkeit für jeden möglichen Ausfall jedes möglichen Experiments vorausgesagt werden kann. Dabei sind alle „möglichen Experimente“ nur Messungen klassisch definierter Größen. Soweit man also „klassisch“ und „anschaulich“ gleichsetzen darf, ist die Quantenmechanik eine völlig anschauliche, aber nicht objektivierbare Naturbeschreibung.

2. *Kausalität.* Die Quantenmechanik macht gewisse Voraussagen nur mit Wahrscheinlichkeit, z. B. die Voraussage des Impulses, den man an einem Elektron von bekanntem Ort messen wird. Bedeutet das einen Verzicht auf das Kausalprinzip?

Wenn wir die klassische Physik als kausal bezeichnen, so schränken wir damit den Begriff der Kausalität ebenso ein wie oben den der Anschaulichkeit. Kausalität heißt in der klassischen Physik nichts weiter als Existenz eines eindeutigen funktionalen Zusammenhangs zwischen den Zuständen zu verschiedenen Zeiten: „Ist der Zustand eines abgeschlossenen Systems in einem Zeitpunkt vollständig bekannt, so kann man den Zustand des Systems in jedem früheren oder späteren Zeitpunkt grundsätzlich berechnen.“ Dieser Konditionalsatz wird nun in der Quantenmechanik nicht falsch, sondern unanwendbar, weil die Voraussetzung niemals realisiert ist: Der Zustand eines Systems kann nicht im klassischen Sinne vollständig bestimmt werden, da die Gewinnung einer Kenntnis (z. B. des Ortes eines Teilchens) die der dazu „komplementären“ Kenntnis (z. B. des Impulses) ausschließt. Der Konditionalsatz selbst gehörte aber eigentlich nur dem klassischen „Weltbild“ und nicht der Praxis an, in der ja niemals ein Zustand vollständig bekannt war. Man konnte vielmehr praktisch nur so viel berechnen, als aus den jeweils bekannten Bestimmungsstücken des Systems folgte, d. h. man konnte nur diejenigen Folgerungen ziehen, auf welche die jeweils unbekanntesten Bestimmungsstücke keinen Einfluß haben konnten. Dies bleibt nun auch in der Quantenmechanik richtig. In der Quantenmechanik gilt der Konditionalsatz, den wir oben als den Satz von der Persistenz der klassischen Gesetze bezeichnet haben und der, auf das vorliegende Problem angewandt, aussagt: „Sind einige Bestimmungsstücke des Zustandes eines

Systems bekannt, so können alle diejenigen Bestimmungstücke früherer oder späterer Zustände berechnet werden, die mit den bekannten nach der klassischen Physik in einem eindeutigen Zusammenhang stehen.“ Dies ist aber genau das Kausalprinzip der klassischen Physik. Der Unterschied zwischen der Quantenmechanik und der klassischen Physik liegt also überhaupt nicht in dem Konditionalsatz des Kausalprinzips, sondern nur in den Grenzen, bis zu denen die objektive Bestimmung eines Zustandes vorge- trieben werden kann.

Die Fortdauer des klassischen Kausalprinzips ist kein Zufall. Ein Apparat ist ja nur soweit zum Experimentieren geeignet, als in ihm das Kausalprinzip gilt. Nur wenn z. B. im Mikroskop eine Kette eindeutiger Zusammenhänge vom Objekt zum Bild führt, kann man aus Lage und Gestalt des Bildes auf Lage und Gestalt des Objektes schließen. Somit ist das experimentelle Kenntnisnehmen von der Natur an die Anwendbarkeit des Kausalprinzips auf die Meßinstrumente geknüpft. Man kann in der Tat an Beispielen zeigen, daß ein Apparat dort aufhört, zum Messen geeignet zu sein, wo die quantenmechanische Unbestimmtheit in ihm den Rückschluß vom beobachteten auf den zu untersuchenden Vorgang zu einem statistischen macht.

3. *Objektivierbarkeit.* Jede Beobachtung setzt eine Kausalkette voraus und liefert ein anschauliches Ergebnis. Wir können nur eines nicht mehr: die einzelnen Anschauungsfragmente und Kausalketten zum Modell einer an sich seienden Natur zusammenfügen. Vielmehr hängt es von unserer frei gewählten experimentellen Anordnung ab, welche der zueinander „komplementären“ Seiten der Natur wir zu Gesicht bekommen, und die Kenntnis eines Sachverhaltes schließt die Kenntnis des dazu komplementären Sachverhaltes aus.

Wir werden nun vor die Kardinalfrage der Quantenmechanik gestellt: Handelt es sich dabei um Schwierigkeiten unserer Kenntnisnahme oder des Begriffs der objektiven Natur selbst? Darf man voraussetzen, daß die uns jeweils unbekannt bleibenden Bestimmungstücke an sich existieren und nur „verborgen“ sind, oder darf man das nicht voraussetzen? Die heutige Fassung der Quantenmechanik entscheidet sich für die zweite Antwort. Sie leugnet die Existenz verborgener Parameter; zwar nicht dann, wenn die Unkenntnis lediglich auf dem Verzicht auf eine an sich quantenmechanisch mögliche Kenntnisnahme beruht, aber dann, wenn die unbe-

kannte Größe wegen der zu genauen Kenntnis einer zu ihr komplementären Größe nicht bekannt sein kann. Dies ist keine leere Behauptung, sondern ein Satz mit bestimmten logischen Konsequenzen: Es habe z. B. ein unbekanntes Bestimmungstück X nur zwei mögliche Werte x und y, d. h. bei einer Messung von X sollen nur diese beiden Meßresultate möglich sein. Es soll ferner eine Behauptung A geben, die falsch ist, sowohl wenn die Messung von X den Wert x, wie wenn sie den Wert y ergeben hat. Dann dürfte aus der Annahme, die unbekanntes Werte existieren an sich, gefolgert werden: „X hat sicher entweder den Wert x oder den Wert y; in beiden Fällen ist A falsch; also ist A sicher falsch.“ Diese Folgerung ist aber nach der Quantenmechanik falsch, denn A kann z. B. die Aussage sein: die zu X komplementäre Größe Z hat den bestimmten Wert z (d. h. bei einer Messung von Z wird man mit Gewißheit den Wert z finden). Diese Aussage ist nach der Quantenmechanik falsch, wenn X überhaupt einen bestimmten Wert hat, sie ist aber richtig, wenn man unter Verzicht auf die Messung von X die Größe Z gemessen und den Wert z gefunden hat.

Unser Beispiel hat uns auf eine fundamentale logische Eigenschaft der Quantenmechanik geführt. In ihre Aussagen geht die Kenntnis, die wir von der Natur haben, explicite ein. So ist in unserem Beispiel, wenn X bekannt ist, der Satz „Z hat sicher den Wert z“, oder, anders ausgedrückt, „ich weiß, daß Z den Wert z hat“, falsch, dagegen der bloße Satz „Z hat den Wert z“ weder falsch noch richtig, sondern ungewiß, denn bei einer Messung von Z könnte ja der Wert z herauskommen. Es ist der entscheidende Unterschied der Quantenmechanik von der klassischen Physik, daß sie ihre Sätze gar nicht aussprechen kann, ohne die Art der Kenntnis mit auszudrücken.

Diese Feststellung ist von der Praxis der Physik aus ebenso natürlich, wie sie vom Weltbild nicht nur der klassischen Physik, sondern auch der Philosophie aus revolutionär ist. Eine vollständige experimentelle Aussage, so wie sie im Versuchsprotokoll steht, lautet schematisiert: „Ich habe an diesem Versuchsobjekt unter diesen Versuchsbedingungen diesen Zustand beobachtet.“ Die Hypothese der klassischen Physik lautet, daß dieser Satz stets ersetzt werden dürfe durch den Satz: „An diesem Versuchsobjekt besteht dieser Zustand“, und daß Sätze der letztgenannten Art notwendigerweise entweder richtig oder falsch sein müßten, einerlei, ob es einen Menschen gibt, der weiß, ob sie richtig oder falsch sind. Diese Hypothese hat sich in der älteren Physik stets bewährt. Sie entspricht darüber hinaus einem Grundmotiv fast aller Wissenschaft und Philosophie: dem Glauben

an ein objektives Vorhandensein der Gegenstände unserer Erkenntnis. Zwar kann man nicht leugnen, daß jeder empirische Sachverhalt ein vom Menschen gewußter Sachverhalt ist. Aber man wünscht aus diesem Satz keine in die Struktur unseres Wissens selbst eingreifenden Folgerungen zu ziehen. Der Streit der philosophischen Systeme ging höchstens darum, ob der Satz für unseren allgemeinen Begriff von der Wirklichkeit von Bedeutung sei oder nicht. D. h. man setzte voraus, daß man ohne Änderung der begrifflichen Struktur der Wissenschaft über ihre Objekte, von denen wir wissen, reden könne, ohne ausdrücklich Bezug darauf zu nehmen, daß wir sie wissen; und man diskutierte nur, welchen Sinn die daraus von der naiven Wissenschaft gezogene Folgerung habe, daß die Objekte unabhängig von unserem Wissen „wirklich“ existieren. Die Quantenmechanik hingegen leugnet schon die Voraussetzung dieser Diskussion. Die neue Basis der Quantenmechanik versuchen wir nun formal-logisch und ontologisch noch genauer zu charakterisieren.

Formal-logisch gesehen verwendet die Quantenmechanik einen mehrwertigen Wahrheitsbegriff, in dem eine Aussage neben den Wahrheitswerten „wahr“ und „falsch“ den Wahrheitswert „unbestimmt, und zwar mit der und der Wahrscheinlichkeit, wahr zu sein“, haben kann. Sei etwa A eine Aussage über einen bestimmten konkreten Sachverhalt. Dann hat die volle experimentelle Aussage die Form: „Ich weiß, daß A gilt.“ Die klassische Physik arbeitet statt dessen nur mit „objektiven“ Sätzen der Form: „ A gilt.“ Die volle experimentelle Aussage läßt zwei Arten der Negation zu: die Negation des objektiven Satzes: „Ich weiß, daß A nicht gilt“ und die Negation des Wissens: „Ich weiß nicht, ob A gilt.“ Für die klassische Physik ist von diesen beiden Negationen nur die Negation des objektiven Satzes eine wirkliche Aussage über die Natur. Die Negation des Wissens hingegen kann nach ihr umgeformt werden in den Satz: „ A gilt oder A gilt nicht; und ich weiß nicht, welches von beiden zutrifft.“ Für die Quantenmechanik hingegen kann der objektive Satz „ A gilt“ im allgemeinen überhaupt nur sinnvoll ausgesprochen werden, wenn die volle experimentelle Aussage „Ich weiß, daß A gilt“ zutrifft. Für die Quantenmechanik sind weiterhin die volle experimentelle Aussage und ihre beiden Negationen drei einander gleichgeordnete Aussagen über die Natur. Die klassische Umformung der Negation des Wissens ist falsch; an ihrer Stelle gilt als Folgerung aus der Negation des Wissens der Satz: „Weder gilt A noch gilt A nicht.“

Ontologisch bedeutet dies, daß der Begriff des Objekts nicht mehr ohne Bezugnahme auf das Subjekt der Erkenntnis verwendet werden kann. Freilich wird nicht das empirische Subjekt mit seinen Affekten und seinem persönlichen Schicksal in die Physik eingeführt, sondern es gehen nur zwei Grundfunktionen des Bewußtseins in jeden Satz der Naturbeschreibung ein: Wissen und Wollen. Dies wird vielleicht am deutlichsten aus dem Satz, daß die ψ -Funktion die Wahrscheinlichkeit für jeden möglichen Ausfall jedes möglichen Experiments angibt. Das erste „möglich“ drückt ein Nichtwissen aus; möglich ist ein Vorgang, von dem ich weder weiß, daß er eintreten wird, noch weiß, daß er nicht eintreten wird. Das zweite „möglich“ hingegen drückt ein Wollenkönnen, ein Vermögen aus; möglich ist ein Experiment, das ich entweder ausführen oder unterlassen kann. Es gehört zum quantenmechanischen „Nichtwissen“, daß ich das Nichtgewußte grundsätzlich jederzeit wissen kann, wenn ich nur will. Die einzige Bedingung, welche die Komplementarität der verschiedenen Fragestellungen auferlegt, ist, daß ich, wenn ich etwas Bestimmtes wissen will, auf das dazu komplementäre Wissen verzichte. Die Grenze zwischen dem Gewußten und dem Nichtgewußten ist also selbst nichts „Objektives“, sondern ich kann sie nach meiner Willkür legen, wohin ich will; nur zum Verschwinden bringen kann ich sie nicht. —

Es sei noch eine Erläuterung angeführt. Man hat gelegentlich die Unbestimmtheit von Zustandsgrößen in Zusammenhang gebracht mit der Störung des Objekts durch den Beobachtungsakt. Diese Ausdrucksweise ist mißverständlich. Denn sie erweckt den Eindruck, als habe das Objekt, ehe es beobachtet wird, gewisse Eigenschaften, die nur durch den Beobachtungsakt zerstört würden. So interpretiert würde sie aber eben einen Rückfall in die vor-quantenmechanische Denkweise bedeuten. Richtiger muß man sagen: Vorbedingung für die Möglichkeit, einem Gegenstand eine bestimmte Eigenschaft zuzuschreiben, ist eine Meßanordnung, die gestattet, diese Eigenschaft festzustellen. Gehe ich nun durch Anwendung einer neuen Meßanordnung dazu über, eine zu der vorher gemessenen komplementäre Größe zu messen, so existieren die Bedingungen nicht mehr, unter denen die vorher gemessene Größe überhaupt einen bestimmten Wert haben konnte. Der physische Eingriff in das Geschehen, der notwendig ist, um die alten Versuchsbedingungen durch die neuen zu ersetzen, ist es nun, den man in der zitierten Ausdrucksweise als die „Störung des Objekts durch die Beobachtung“ bezeichnet. Dieser Ausdruck hat also nur einen klaren

Sinn, wenn nicht das fiktive „ungestörte“ Objekt, sondern ein schon durch Beobachtung bekanntes Objekt einer Beobachtung neuer Art unterworfen wird.

4. *Die Frage der Endgültigkeit.* Ist diese Änderung des Objektbegriffs nun unvermeidlich und endgültig? Auf diese Frage ist zunächst mit der Gegenfrage zu antworten: Was kann man überhaupt unter der „Endgültigkeit“ einer physikalischen Theorie verstehen? Innerhalb des Begriffsystems einer fertigen Theorie lassen sich strenge Beweise führen. Daß aber eine Theorie der Erfahrung genau angemessen ist, läßt sich nie mit mathematischer Strenge zeigen. Selbst wenn sie alle bekannten Erfahrungen richtig darstellen könnte, bliebe die Möglichkeit zukünftiger widersprechender Erfahrungen offen. Einen eingeschränkten Begriff der Endgültigkeit hat sich die Physik aber mit dem Begriff des Geltungsbereiches einer Theorie geschaffen. Richtig heißt eine Theorie nicht, wenn sie alle nur denkbaren Erfahrungen umfaßt, sondern wenn es überhaupt eine Gruppe von reproduzierbaren Erfahrungen gibt, welche durch sie richtig dargestellt werden. Stellt eine zweite Theorie eine umfassende Gruppe von Erfahrungen dar, so muß immerhin gefordert werden, daß sie für die durch die erste Theorie dargestellten Erfahrungen in diese erste Theorie als einen „Grenzfall“ übergeht. So hat die klassische Physik einen Geltungsbereich, die Quantenmechanik einen anderen, weiteren; beide sind, was nun eigentlich eine Tautologie ist, für ihren Geltungsbereich endgültig.

Die anfangs gestellte Frage kann nun nur bedeuten: könnte es nicht eines Tages eine noch umfassendere Theorie als die Quantenmechanik geben, welche die von der Quantenmechanik abgewiesene Frage nach den objektiven Werten unbestimmter Größen doch noch zu beantworten gestattete? Diese Möglichkeit ist nicht streng logisch auszuschließen. Man kann der neuen Theorie nur eine einschränkende Bedingung auferlegen: es läßt sich zeigen, daß sie das Geforderte nur leisten kann, wenn sie auf die Persistenz der klassischen Gesetze verzichtet. Sie müßte also im Gegensatz zur Quantenmechanik statt der Beschreibung des unmittelbar Wahrgenommenen durch die klassische Physik eine andere einführen, und zwar in so einschneidender Weise, daß die oben besprochene Unterscheidung von Teilchen und Feld verwischt würde: das Verhalten eines lokalisierten Teilchens müßte in einer Weise, die man klassisch als Beweis für das Vorhandensein eines Feldes ansehen würde, vom Zustand des ganzen Raumes abhängen. Die Schwierigkeit, sich dergleichen auch nur vorzustellen, und das Scheitern

aller bisher in dieser Richtung unternommenen Versuche ist vielleicht für den Physiker das stärkste Argument, eine nochmalige Revision gerade dieser Züge der Quantenmechanik nicht zu erwarten.

Da es sich aber um eine physikalisch nicht streng entschiedene Frage handelt, ist es notwendig, die Gegenargumente zu hören. Diese sind nun, so wie sie heute vorgebracht werden, bewußt oder unbewußt philosophischer Natur. Sie beruhen auf einem metaphysisch gearteten Glauben an die Existenz einer schlechthin objektiven Außenwelt oder auf der — vor allem an Kant anknüpfenden — Überzeugung, daß die Denkmittel der klassischen Physik Vorbedingungen jeder möglichen Erfahrung und darum aus der Erfahrung heraus nicht kritisierbar seien. Wir sehen uns also, wie bei jedem großen naturwissenschaftlichen Fortschritt, aus der wissenschaftlichen Diskussion heraus zum Philosophieren aufgefordert.

Wir weichen dieser Aufforderung nicht aus. In dem nun anzustrengenden Prozeß fungiert die Physik nicht mehr als Richter, sondern als Zeuge. Die Existenz der Quantenmechanik als begrifflich geschlossene Theorie beweist uns, noch ehe über ihre Endgültigkeit entschieden ist, jedenfalls die logische Möglichkeit einer Theorie, welche den soeben genannten philosophischen Forderungen widerspricht. Sie gibt uns damit das Mittel in die Hand, in den Beweisketten der Einwände Lücken festzustellen und zu zeigen, daß die Einwände jedenfalls nicht Gegenbeweise, sondern Glaubenssätze sind. Sie regt uns schließlich an, uns den Hintergrund des Glaubens klarzumachen, aus dem die Einwände stammen.

II. Philosophische Vorfragen.

1. *Problemstellung.* Wenn wir uns nun aufs philosophische Gebiet wagen, suchen wir, durch manche schlechte Erfahrung zielloser philosophischer Debatten gewarnt, nach einem Leitfadens, einem methodischen Prinzip. Wir nehmen die Physik zum Vorbild und versuchen, uns wie sie an die Phänomene zu halten. Wir wollen uns bemühen, allgemeine Sätze nicht unbeesehen zu glauben, sondern zu fragen: Was wissen wir schon, und welche Ansichten folgen aus diesem Wissen bereits, welche gehen darüber hinaus? Ob mehr zu erreichen ist, muß der Versuch lehren. Meist kann die Philosophie dem denkenden Menschen den Entschluß zur Wahl eines eigenen Standpunktes nicht abnehmen, sondern nur ihm zeigen, was er tut, wenn er sich zu diesem oder jenem Standpunkt entschließt.

Das Objekt unserer Untersuchung ist das, was der Physiker „Erfahrung“ nennt. Die Physik hat einen festen Begriff von Erfahrung und beschränkt sich darauf, zu prüfen, ob das, was sie im einzelnen behaupten will, wirklich Erfahrung sei. Wir wollen untersuchen, worin diese Erfahrung eigentlich besteht und woher sie ihre Gewißheit bezieht.

Wir wählen ein Beispiel eines primitiven Erfahrungssatzes: „Hier steht ein Stuhl.“ Wollen wir die Quelle unserer Kenntnis genau bezeichnen, so sagen wir: „Ich sehe einen Stuhl.“ An diesem Satz können wir wenigstens dreierlei unterscheiden: den Stuhl, das Sehen, den Satz. D. h. es gibt Dinge, es gibt Empfindungen, es gibt Urteile. Die drei sind uns aber gleichzeitig und zusammengehörig gegeben. Nur durch die Empfindung weiß ich von Dingen, und nur von Dingen weiß ich durch die Empfindung. Ferner ist mein Wissen von Dingen und Empfindungen zum mindesten nur komplett in der Form von Urteilen, und nur auf Dinge und Empfindungen beziehen sich die Urteile, mit denen wir uns hier beschäftigen werden.

Es ist nun wohl ein Drang nach Vereinfachung, der die Menschen immer wieder veranlaßt hat, die drei Elemente zu trennen. Wir werden es im folgenden vor allem mit den Versuchen zu tun haben, entweder im Ding oder in der Empfindung das eigentlich „Wirkliche“ zu sehen. Den ersten Versuch nennen wir Realismus, den zweiten Sensualismus.

2. *Der Realismus der klassischen Physik.* Die Physik beruht darauf, daß man Urteile fällen kann, welche über das durch unmittelbare Empfindung Gegebene hinausgehen. Ohne diese Tatsache hätte nicht einmal die Sprache einen Sinn, welche wir verwenden, um die einzelne Erfahrung mitzuteilen. Welche Empfindungen sind z. B. mit dem Ausdruck: „dieser Stuhl“ bezeichnet? Es ist zunächst eine Reihe wirklicher Empfindungen (Gestalt, Farbe der Teile usw.), von denen ein kleiner Teil meinem Bewußtsein als diese Empfindungen gegenwärtig ist, ein größerer Teil ihm vergegenwärtigt werden kann, wenn ich die Aufmerksamkeit auf sie richte; noch niemals aber habe ich mir die Gesamtheit aller Empfindungen, die ich auch nur an diesem einen Stuhl habe, ins Bewußtsein rufen können. Es schließt sich eine Reihe bloß möglicher Empfindungen an, die ich augenblicklich nicht habe, aber durch freien Entschluß herbeiführen könnte (Anblick der Rückseite des Stuhls, Körpergefühl beim Sitzen auf dem Stuhl, Anstrengung beim Tragen des Stuhls usw.). Erst die berechnete Erwartung, daß jene möglichen Empfindungen eintreten, wenn ich dazu das Nötige tue,

gibt dem Begriff Stuhl die Bedeutung, die er tatsächlich hat. In derselben Weise geht über das direkt Wahrgenommene hinaus die Erwartung, daß die Dinge so wie bisher auch in Zukunft mit sich identisch bleiben, und allgemein die Erwartung der Reproduzierbarkeit von Erfahrungen, welche die Grundlage für die Aufstellung von Naturgesetzen bildet. Ich darf sogar so weit gehen, wissenschaftlich von Dingen zu reden, die ich nie gesehen habe (z. B. eine in einem fremden Laboratorium aufgestellte Versuchsanordnung, oder ein Kontinent, den ich noch nicht besucht habe), die nie jemand gesehen hat (die Rückseite des Mondes), die voraussichtlich nie jemand sehen wird (die inneren Teile der Erdkugel).

Alle diese Tatsachen faßt unser alltägliches Bewußtsein und mit ihm die klassische Physik zusammen in der Überzeugung, daß es wirkliche Dinge gibt, welche existieren, einerlei, ob sie wahrgenommen werden oder nicht. In diesem Sinne sind wir alle praktisch Realisten. Wir kennen uns selber gar nicht anders als in einer realen Welt lebend. Wir wollen nun aber versuchen, zu unterscheiden, was in diesem Realismus schlichte Beschreibung des unserem Bewußtsein unmittelbar Gegebenen ist, und was an ihm Theorie ist. Die soeben geschilderte Sachlage selbst bewirkt, daß diese Grenze nicht ganz leicht zu ziehen ist. Wir können nicht etwa ein allgemeines Kriterium dafür angeben, wo in jedem Einzelfall diese Grenze liegt, sondern wir können nur zwei grundsätzlich verschiedene Fassungen der realistischen Überzeugung unterscheiden. Diese beiden Fassungen wollen wir den praktischen und den prinzipiellen Realismus nennen.

Die Unterscheidung geht aus von der Tatsache, daß immerhin alle „Dinge“, von denen wir reden können, grundsätzlich auf unsere Erfahrung bezogen sind. Dies gilt schon von unseren alltäglichen Urteilen und wird am deutlichsten dort, wo wir die Kenntnis von der Außenwelt mit methodischer Bewußtheit anstreben: in der Naturwissenschaft. Zwar prüft die Physik nicht jedes über die Wahrnehmung hinausgehende Urteil tatsächlich nach, aber sie unterstellt jedes derartige Urteil grundsätzlich der Kontrolle der Erfahrung: eine einzige fraglose Gegenerfahrung genügt, um es aus der Physik auszuschneiden. Die Physik redet zwar nicht nur von erfahrenen, aber nur von (direkt oder indirekt) erfahrbaren Dingen. Als Objektivierbarkeit wollen wir nun die Eigenschaft unserer gewöhnlichen Aussagen über Dinge bezeichnen, daß ihr Inhalt nicht von den Bedingungen abhängt, unter denen die sie verifizierenden Erfahrungen gewonnen werden. Der praktische Realismus sagt dann nur aus, daß es objektivierbare Aussagen

über die Außenwelt gibt, und daß diese sogar den Bereich unserer normalen Erfahrung erfüllen. Der prinzipielle Realismus sagt hingegen aus, daß es keine nicht objektivierbaren Aussagen gebe.

Erst die Quantenmechanik hat erlaubt, diese Unterscheidung sauber durchzuführen. Denn erst ihr Beispiel hat uns darauf aufmerksam gemacht, daß der prinzipielle Realismus keine logische Folge des praktischen ist. Der praktische Realismus ist die Haltung sowohl der klassischen wie der modernen experimentellen Physik und zugleich die theoretische Haltung der Quantenmechanik. Der prinzipielle Realismus entspricht dem klassischen „Weltbild“. Vom empirischen Standpunkt aus besteht heute offenbar kein Grund mehr, am prinzipiellen Realismus festzuhalten. Der Wunsch danach, der gleichwohl sehr verbreitet ist, entspringt aus einer dritten Auffassung, die wir als metaphysischen Realismus bezeichnen können.

Der metaphysische Realismus unterscheidet sich von den bisher besprochenen Thesen dadurch, daß es schwer ist, ihm eine prüfbare Fassung zu geben. Er besagt etwa: „Die Dinge existieren in Wirklichkeit.“ Es ist nur die Frage, was ein solcher Satz bedeuten mag. Für den praktischen Realismus ist er eine reine Tautologie, denn die Dinge sind ja das durch die Erfahrung Gegebene, und es ist daher unklar, was man als existent bezeichnen soll, wenn nicht die Dinge. Der metaphysische Realismus aber gibt sich im allgemeinen mit dieser Deutung nicht zufrieden. Er ist überzeugt, daß die Welt „an sich“, unabhängig von unserer Erfahrung, eine Welt von Dingen sei, und folgert daraus den prinzipiellen Realismus, d. h. die Unabhängigkeit jeder richtigen Aussage über Dinge von der Art der Erfahrung.

Es ist wichtig, zu erkennen, daß der metaphysische Realismus keine wissenschaftliche These, sondern eine Weltanschauungsform ist. Er gewährt seinem Anhänger die Beruhigung, daß er in einem entscheidenden Punkt wisse, wie die Welt beschaffen sei. Wer ihn aufgibt, muß sich zunächst vorkommen wie „Kolumbus, der den Mut besaß, alles bis dahin bekannte Land zu verlassen in der fast wahnsinnigen Hoffnung, jenseits der Meere doch wieder Land zu finden“ (H e i s e n b e r g). Dies ist eine der menschlichen Entscheidungen, die durch philosophisches Denken allein nicht erzwungen werden können. Doch kann das Denken sie vorbereiten. Es kann in unserem Fall zeigen, daß schon der Sinn der Worte, in denen der

metaphysische Realismus seine These ausspricht, unklar ist. Dies ist in der empiristischen Philosophie geschehen. Wir wenden uns ihr zu und kommen am Schluß des Aufsatzes noch einmal auf den eigentümlichen Charakter persönlicher Entscheidung zurück, den die Philosophie hier angenommen hat.

3. *Sensualismus und Positivismus*: Die empiristische Philosophie geht aus von der Überzeugung, daß wir alles, was wir wissen, durch die Sinne wissen (L o c k e). Wir stellen die Kritik dieser Ansicht zurück und verfolgen ihre Konsequenzen. Die erste folgerichtige Weiterbildung ist die Lehre von Berkeley, daß wir überhaupt nichts über eine wirkliche Welt wissen. Wir brauchen nicht auf Berkeley's einzelne Argumente einzugehen; es genügt der Hinweis, daß ja jeder Sinnesindruck Trug, Täuschung oder Halluzination sein könnte. Zwar folgt aus diesem Gedankengang nicht, daß den Sinnesindrücken keine wirkliche Welt entsprechen kann, sondern nur, daß ihnen keine wirkliche Welt zu entsprechen braucht; aber eben dies genügt, um jeden Schluß von der Erfahrung auf die wirkliche Welt zu entwerten. Die nächste, wiederum folgerichtige Stufe stellt die Lehre von H u m e und M a c h dar, die als prinzipieller Sensualismus dem prinzipiellen Realismus analog gegenübergestellt werden kann. Sie argumentiert: Der metaphysische Realismus, der behauptet, hinter den Sinnesempfindungen stehe eine wirkliche Welt, und der Solipsismus, der behauptet, hinter den Sinnesempfindungen stehe keine wirkliche Welt, sind beide grundsätzlich weder beweisbar noch widerlegbar, da sie das einzige Beweismittel, das sie besitzen, die Erfahrung, nicht als Beweismittel gelten lassen. Also sind sie überhaupt keine wissenschaftlichen Sätze, sondern nur ein Mißbrauch der Worte. Es ist ein Mißbrauch der Worte, den Begriff „wirklich“ auf eine jenseits jeder möglichen Erfahrung liegende Welt anzuwenden und damit erst den Sinnesempfindungen den abwertenden Charakter des „bloßen Scheins“ zu geben. Sind uns nur Sinnesempfindungen gegeben, so können auch nur sie und, in abgeleitetem Sinn, die „Bündelungen“ von Empfindungen zu „Dingen“ oder „Naturgesetzen“ wirklich genannt werden; alles, was den Anspruch erhebt, wirklich zu sein, muß auf Sinnesempfindungen zurückgeführt werden können.

Als Kritik des metaphysischen Realismus ist dieser Gedankengang eine der schönsten Anwendungen des methodischen Prinzips, dem auch wir uns anschließen wollen: daß man sich an das Gegebene halten solle. Wenn die Voraussetzung, daß uns nur Sinnesempfindungen gegeben seien, richtig ist,

so ist auch die gezogene Folgerung einwandfrei. Wenn die Voraussetzung unrichtig ist, so bleibt die Art der Argumentation immer eine Warnung gegen die voreilige Erwartung, Begriffe wie „wirklich“ müßten unter allen Umständen einen präzisen Sinn haben. Der Gedankengang hat genug geleistet, wenn er uns mahnt, derartige Begriffe nicht ohne Besinnung darauf, welche Phänomene ihnen möglicherweise entsprechen könnten, zu verwenden. Ohne das Gefühl für Tragweite und Grenzen eines Begriffs, das nur die Übung in dieser Art der Besinnung verleiht, kann niemand hoffen, in tiefere philosophische Fragen einzudringen.

Als positive Behauptung verfällt der prinzipielle Sensualismus aber demselben Fehler wie der prinzipielle Realismus. Eben an der Kritik, die er dem Begriff des Dings gegenüber anwendet, läßt er es dem Begriff der Empfindung gegenüber fehlen. Unserem Bewußtsein sind keineswegs „Empfindungen an sich“ gegeben. Vielmehr nehmen wir unmittelbar „Dinge“ wahr, an denen erst eine neue Konzentration der Aufmerksamkeit einzelne Empfindungselemente entdeckt. Wir sehen nicht Farbflecke, sondern Bäume, Menschen, ja die Freude auf einem Gesicht — eine Realität, die kein Ding ist, aber noch weniger eine Sinnesempfindung. Es ist eine bloße Hypothese — und vermutlich eine falsche —, daß sich alles unserem Bewußtsein hinsichtlich der Dinge Gegebene in elementare Sinnesempfindungen analysieren lasse. Die Antwort, immerhin hätten wir doch die Dingbegriffe selbst als Kinder erworben zur Zusammenfassung der zunächst disparat vorliegenden Empfindungen, trifft den methodischen Sinn unseres Einwandes nicht. Denn unser erwachsenes Bewußtsein kennen wir wenigstens ein Stück weit, dasjenige, das wir als Kinder in jener ersten Zeit hatten, aber nicht. Es ist zwar sehr wichtig zu bedenken, daß unser Bewußtsein nicht immer da war, sondern geworden ist, aber als methodischer Ausgangspunkt der gesamten Erkenntnislehre kann nicht sein unbekannter Anfang, sondern nur der heutige Stand dienen. Vermutlich deuten wir die Hypothese der Analysierbarkeit in elementare Empfindungen in die kindliche Entwicklung hinein. Und diese Hypothese selbst ist im Grunde ein Relikt des Realismus, denn unsere Annahme distinkter Sinnesempfindungen ist weitgehend durch unsere Kenntnis der Sinnesorgane bestimmt. Es ist die Aufgabe der sinnesphysiologischen und -psychologischen Forschung, den berechtigten „praktischen Sensualismus“ vom prinzipiellen ebenso abzugrenzen, wie es die Quantenmechanik im Fall des Realismus getan hat. —

Der moderne „Positivismus“ hat den Fehler des prinzipiellen Sensualismus erkannt. Er hat aber keinen neuen positiven Ansatz an die Stelle des verworfenen gesetzt, sondern lediglich das Prinzip der oben dargestellten Kritik der neuen Einsicht gemäß formuliert (und im übrigen meist in kritikloser Weise angewandt). Er nimmt dabei einen logisch-sprachlichen Standpunkt ein. D. h. er verbietet das Aussprechen „sinnloser Sätze“ in der Wissenschaft. Er stützt sich etwa auf den folgenden Gedankengang: Wissenschaft beruht darauf, daß den Phänomenen (dem Gegebenen) Symbole (Worte, mathematische Zeichen) zugeordnet werden. Sie besteht in dem Versuch, zwischen diesen Symbolen Verknüpfungen herzustellen, welche die zwischen den Phänomenen bestehenden Verknüpfungen strukturgleich abbilden. Dem Sinn der Symbole entsprechend gibt es Verknüpfungsregeln. Den Regeln widersprechende Verknüpfungen sind nicht falsch, sondern sinnlos. So z. B. grammatisch unmögliche Sätze oder mathematisch unmögliche Behauptungen wie: „Der dritte Brennpunkt dieser Ellipse liegt da und da.“ Oft ist die Sinnlosigkeit eines Satzes oder einer Frage eine große Entdeckung, wie: „Wurzel welcher algebraischen Gleichung ist π ?“ oder: „Wo befindet sich dieses Elektron gegebenen Impulses?“ Letztere Frage ist in der klassischen Physik sinnvoll, in der Quantenmechanik sinnlos.

Gegen diesen Gedankengang ist nichts einzuwenden, wenn geklärt ist, unter welchen Bedingungen man überhaupt wissen kann, ob ein Satz sinnlos ist. In Strenge ist dazu notwendig, daß der Satz einem geschlossenen System mathematischer Sätze angehört, in dem man eindeutig entscheiden kann, welche Aussagen überhaupt gebildet und welche bewiesen werden können. Es ist bemerkenswert, daß dies nicht nur in der reinen Mathematik, sondern auch in der Physik geschehen kann. Vorbedingung dafür ist das Bestehen einer in sich geschlossenen Theorie der jeweils betrachteten Phänomene. Man kann also vor der Aufstellung einer derartigen Theorie die Sinnlosigkeit einer Behauptung höchstens vermuten, aber nicht beweisen. Ferner bleibt wegen der Unabgeschlossenheit der Erfahrung stets der Vorbehalt künftiger Revision der Theorie. Daß man angesichts dieses Vorbehalts überhaupt wagt, die definitive Sinnlosigkeit gewisser Fragen bestimmt zu vermuten, beruht nur darauf, daß diese Vermutung den logischen Raum schafft für die Einführung neuer positiver Aussagen: so schafft z. B. die Vermutung der Sinnlosigkeit der gleichzeitigen beliebig genauen Angabe von Ort und Impuls den Raum für die Vereinbarkeit von Wellen- und Teilchenbild.

Beschränkt der Positivismus seine Behauptungen auf diese Fälle, so ist er richtig, sagt aber nicht mehr aus, als die Wissenschaft schon weiß. Er ist dann gewissermaßen die Nullmenge unter den philosophischen Systemen mit dem Verdienst der radikalsten Selbstkritik. Er hat weiter das Verdienst, gewisse wichtige logische Sachverhalte bekanntgemacht zu haben. Tatsächlich haben die Vertreter des Positivismus aber meist die engen Grenzen mißachtet, innerhalb deren der Begriff „sinnlos“ einen Sinn hat, und haben ihre Kritik wahllos wie Sonne und Regen über Böse und Gute ausgegossen. Dabei wäre es möglich gewesen, die tieferen philosophischen Fragen in der Sprache des Positivismus wenigstens zu stellen.

4. *Das Problem des A priori.* Charakterisieren wir die Erkenntnis als das Zuordnen von Symbolen zu Phänomenen, so beschäftigt sich die reine Logik mit den Regeln der Verknüpfung von Symbolen untereinander, während die Philosophie außerdem fragen muß, wie es bei der Zuordnung der Symbole zu den Phänomenen eigentlich zugeht. Wir haben ja bemerkt, daß jedes Wort über die Phänomene im strengen Sinn hinausgeht. Andererseits brauchen wir die Sprache, um die Phänomene überhaupt zu kennzeichnen, mitzuteilen und zu unterscheiden. Das bedeutet aber, daß wir eigentlich gar nicht im Besitz der Phänomene sind. Das am unzweifelhaftesten Gegebene ist für einen Philosophen, der sich an die Phänomene halten will, immer noch die Sprache selbst. Es bedarf jedesmal einer besonderen Anstrengung, wenn nachgeprüft werden soll, ob ein Wort oder ein Satz die Phänomene wiedergibt; und das Ergebnis dieser Untersuchung kann stets nur in Sätzen ausgesprochen werden, welche andere Worte untersucht benutzen. Paradox könnte man dem positivistischen Glaubensbekenntnis: „Es gibt nur das Gegebene“ entgegenhalten: „Es gibt gar kein Gegebenes“, oder lieber genauer: „Es gibt kein definitiv oder schlechthin Gegebenes.“ Unsere Erkenntnisarbeit gleicht dem Entwirren eines Garnknäuels, bei dem wir die Enden nicht in der Hand haben, sondern von ein paar freigelegten Fäden in der Mitte nach beiden Seiten weiter-schreiten müssen.

Indem wir erst die Dinge, dann die Empfindungen und schließlich den Begriff des Gegebenen selbst in Frage zogen, haben wir gewiß „alles bekannte Land verlassen“ und befinden uns auf hoher See. Gibt es wenigstens ein paar Sterne, an denen wir uns orientieren können?

Die Physik hat sich in ihren speziellen Fragen in den letzten Jahrzehnten mehrfach in einer ähnlichen Lage befunden. Es hat sich dabei öfters be-

währt, wenn man die Fragerichtung umkehrte und gerade den Sachverhalt, der die Quelle aller Schwierigkeiten war, voraussetzte und zum Ausgangspunkt des weiteren Aufbaus machte. Können wir den Sachverhalt, der uns hier in die Schwierigkeiten geführt hat, genau bezeichnen?

Wir fragten nach dem Wesen und den Quellen der Erfahrung. Dabei stellten wir fest, daß schon das einfachste Erfahrungsurteil Behauptungen involviert, deren Inhalt wir weder erfahren haben noch je in Vollständigkeit erfahren können. Empirie ist ohne nichtempirische Elemente nicht möglich. Der Versuch, die Erfahrung durch ihr Objekt (die Dinge) oder ihr Medium (die Empfindung, das Gegebene) eindeutig und vollständig zu charakterisieren, ist gescheitert. Wie wäre es, wenn wir die nichtempirischen Elemente der Erfahrung ins Auge faßten, ihre Existenz an die Spitze der Untersuchung stellten und ihre Wirksamkeit erforschten?

Nichtempirisch ist ein anderes Wort für a priori. Wir treten damit in den Problemkreis der Philosophie Kants ein.

III. Kant und die Quantenmechanik

1. *Thesen Kants.* Wir können hier nur gleichsam einen Pfeiler des großen Baues der Kant'schen Philosophie betrachten, freilich den zentralen: seine Lehre von den Vorbedingungen und dem Objekt der empirischen Erkenntnis. Sie ist angedeutet durch die zwei Gegensatzpaare a priori — a posteriori und Erscheinung — Ding an sich.

Nach Kant hebt zwar alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung an, sie entspringt aber nicht alle aus der Erfahrung. Es gibt vielmehr Erkenntnisse a priori, d. h. Erkenntnisse, die ihre Rechtfertigung nicht der Erfahrung entnehmen. Wie kann man nachweisen, daß es solche Erkenntnisse tatsächlich gibt, und wie kann man begreifen, daß es sie geben kann?

A priori sind nach Kant alle die Erkenntnisse, denen Notwendigkeit und Allgemeinheit zukommt. „Erfahrung lehrt uns zwar, daß etwas so oder so beschaffen sei, aber nicht, daß es nicht anders sein könne. Findet sich also erstlich ein Satz, der zugleich mit seiner Notwendigkeit gedacht wird, so ist er ein Urteil a priori... Zweitens: Erfahrung gibt niemals ihren Urteilen wahre oder strenge, sondern nur angenommene und komparative Allgemeinheit (durch Induktion), so daß es eigentlich heißen muß: Soviel wir bisher wahrgenommen haben, findet sich von dieser oder jener Regel keine Ausnahme. Wird also ein Urteil in strenger Allgemein-

heit gedacht, d. i. so, daß gar keine Ausnahme als möglich verstatet wird, so ist es nicht von der Erfahrung abgeleitet, sondern schlechthin a priori gültig.“ (K. d. r. V., 2. Aufl., S. 3/4 der Originalausgabe.)

Da diese Argumentation zwingend ist, sahen sich die empiristischen Gegner Kants gedrängt, die Notwendigkeit und Allgemeinheit der von KANT postulierten Erkenntnisse a priori zu leugnen. Wir wollen uns nicht in diese Debatte verlieren, sondern alsbald den Grund jener Leugnung prüfen. Es ist dies die empiristische Grundansicht, daß es gar keine Erkenntnis a priori geben könne, da Erfahrung unsere einzige Erkenntnisquelle sei. Haben wir diesen Einwand beseitigt, so können wir immer noch die einzelnen angeblich apriorischen Erkenntnisse prüfen.

Daß es Erkenntnisse a priori geben kann, sieht man nach Kant daraus ein, daß es sie geben muß, wenn es überhaupt Erkenntnis durch Erfahrung geben soll. Erkenntnis a priori ist nach Kant die Bedingung der Möglichkeit empirischer Erkenntnis. Sie ist das Element in unserer Erkenntnis, das nicht den Dingen, sondern unserem eigenen Erkenntnisvermögen entstammt. Kant macht also das, was wir normalerweise als empirische Erkenntnis oder empirische Wissenschaft unkritisiert hinnehmen, zum Objekt der Untersuchung und unterminiert damit in der Tat den Boden, auf dem das empiristische Gegenargument ruht. Er schlägt damit genau den Weg ein, den wir vorhin auf Grund unserer Analyse der Erfahrungsurteile für nötig hielten.

Man wird aber nicht sagen können, daß er diesen Weg bis zu Ende gehe. Fragt man nämlich, wie er die Notwendigkeit der Erkenntnis a priori für das Zustandekommen von Erfahrung nachweist, so wird man auf den anderen Gedankengang, der einfach das Bestehen der Erkenntnis a priori behauptet, zurückgeführt. Kant untersucht, welche von den Anschauungen, Begriffen und Urteilen, die unsere Erkenntnis ausmachen, nach seinem Kriterium der Notwendigkeit und Allgemeinheit a priori seien, und zeigt dann nur, daß ohne diese Erkenntnisse die übrigen nicht bestehen können. Er zeigt nicht in concreto, wie es bei der Fundierung der empirischen Erkenntnis auf die apriorische eigentlich zugeht (das Problem wird nur angerührt im Abschnitt vom Schematismus der reinen Verstandesbegriffe der K. d. r. V.) und sichert damit zugleich seine apriorischen Erkenntnisse nicht im einzelnen gegen den empiristischen Einwand. Er kann dies beides allerdings wohl gar nicht leisten, weil er sowohl den Begriff des Dings wie den der Empfindung naiver verwendet, als wir es heute dürfen.

Welche Erkenntnisse sind nun für Kant a priori? A priori sind zunächst die analytischen Urteile, deren Prädikat nichts ausspricht, als was im Begriff des Subjekts bereits gedacht ist. Die hierin liegende Problematik, zu der die moderne Logik einiges zu sagen hat, müssen wir hier beiseite lassen. A priori sind ferner die Formen der reinen Anschauung: Raum und Zeit; die Kategorien des Verstandes, unter denen die für die Physik wichtigen Begriffe Substanz und Kausalität angetroffen werden; schließlich zahlreiche synthetische Urteile, insbesondere die Axiome der Arithmetik und der (euklidischen) Geometrie. Wichtig ist es, welche Urteile der Physik a priori sind. In dieser Frage zeigt sich eine Entwicklung der Ansichten Kants. In der Kritik der reinen Vernunft werden einige Grundsätze, z. B. der von der Erhaltung der Materie, von der Trägheit, von der Gleichheit von Aktion und Reaktion, als einer „reinen“, d. h. nichtempirischen Physik zugehörig genannt. In den Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft wird schon das Gravitationsgesetz a priori eingeführt. Und im Opus Postumum geht diese Tendenz so weit, daß man zweifeln kann, ob nicht — in heutiger Sprechweise — die sämtlichen Prinzipien der klassischen Physik als a priori gelten müßten. Man muß wohl in der Unsicherheit, die sich in dieser Entwicklung äußert, die Folge der soeben bemerkten Unklarheit über den Zusammenhang der apriorischen Erkenntnis mit der empirischen sehen. —

Die Idee der Erkenntnis a priori hat tiefgreifende Folgen für die Lehre vom Gegenstand der Erkenntnis. Kant geht aus von einer rein realistischen Denkweise. Er redet von Dingen oder Gegenständen, die unser Gemüt mittels seiner, Sinnlichkeit genannten, rezeptiven Fähigkeit affizieren und Empfindungen hervorbringen. Dasjenige Wissen, das wir a priori besitzen, ist nun aber per definitionem nicht eine Folge dieser Einwirkung der Dinge auf unser Gemüt, selbst wenn es uns erst bei dieser Gelegenheit bewußt wird. Da also dieses Wissen nicht aus den Dingen stammt, kann man aus ihm auch nichts auf die Dinge folgern. So ist z. B. der Raum eine notwendige Form unserer äußeren Anschauung, denn wir können uns Gegenstände gar nicht anders als im Raum vorstellen. Aber eben weil wir dies a priori wissen, können wir es nicht durch Erfahrung den Gegenständen abgelesen haben, und somit können wir die Räumlichkeit den Gegenständen, so wie sie an sich sind, nicht mit Grund zuschreiben. Erkenntnis wovon ist dann aber die Erkenntnis a priori? Sie ist die Vorbedingung für die Möglichkeit der Erfahrung, also Erkenntnis von den

notwendigen Eigenschaften der Dinge, sofern wir Erfahrung von ihnen haben — der Dinge als Erscheinung. Da aber alle unsere Erkenntnis auf der Erkenntnis a priori beruht, wissen wir von den Dingen an sich überhaupt nichts, sondern alle unsere Erkenntnis bezieht sich auf die Erscheinung.

Erscheinung darf aber nicht mit „bloßem Schein“ verwechselt werden. Dinge können uns ja überhaupt nicht anders gegeben sein, als indem sie uns „erscheinen“, und jeder Begriff, über den sinnvolle positive Aussagen gemacht werden können, also auch der des Scheins, kann nur innerhalb des Bereichs der Erscheinung angewandt werden. Meine ich, auf der Straße komme mir Herr Meier entgegen, und entdecke beim Näherkommen, daß es nicht Herr Meier ist, so war mein erster Eindruck bloßer Schein; aber ich habe ihn eben als Schein enthüllt, indem ich die „Erscheinung“ des Entgegenkommenden genauer prüfte. Kant erklärt in dem Abschnitt der Kritik der reinen Vernunft über „Phaenomena und Noumena“ ausdrücklich, daß von dem Begriffe des „Dinges an sich“ nur der negative Gebrauch gemacht werden dürfe, dasjenige anzugeben, worüber überhaupt keine positive Aussage sinnvoll gemacht werden kann.

Man erkennt die Verwandtschaft dieser Gedanken mit der oben angeführten Kritik des Wirklichkeitsbegriffs. Man hat es daher KANT als Inkonsequenz vorgeworfen, daß er den Begriff des Dings an sich überhaupt noch gebrauchte und nicht als unsinnig ganz aus der Philosophie ausschloß. In der Tat müßte schon die Ausgangsbehauptung, daß die Dinge unsere Sinnlichkeit „affizieren“, also die Ursache unserer Empfindungen sind, nun unter das Verbot positiver Behauptungen über das Ding an sich fallen; denn auch die Kategorie der Kausalität, die hier verwendet wird, hat ihren legitimen Anwendungsbereich nur innerhalb der Erscheinung. Man müßte denn Kant so interpretieren, daß es die Dinge als Erscheinung seien, welche uns affizieren; doch würde dadurch die ganze Argumentation, daß wir von den Dingen nichts a priori wissen, falsch, da ja die Erscheinung nur mittels der Erkenntnisse a priori zustande kommt und man über sie daher in der Tat a priori etwas wissen kann.

Kant selbst hat sich anders entschieden. Viele Stellen der Kritik der reinen Vernunft verlieren jeden Sinn, wenn man das Ding an sich streicht. Die „Widerlegung des Idealismus“ der zweiten Auflage beweist, daß KANT damals gar nicht die Möglichkeit in Betracht zog, die Frage, „ob es Dinge außer uns gebe“, in dieser Form als sinnlos abzuweisen. Zweifellos

hat sein System damit an einer entscheidenden Stelle eine logische Inkonsequenz. Wir glauben aber, daß eben durch diese Bruchstelle Sachverhalte den Weg in Kants System gefunden haben, die wegen seiner zu engen Voraussetzungen sonst daraus ausgeschlossen gewesen wären. Eben diese Vermutung machte eine Neuinterpretation Kants doppelt wichtig. —

Wir schließen zum Vergleich mit der Atomphysik noch eine Bemerkung über Kants Antinomienlehre an. Nach Kant gibt es Fragen, die sich unserem Denken unausweichlich aufdrängen, auf die aber gleichwohl keine Antwort gegeben werden kann, weil sie den Bereich der möglichen Erfahrung grundsätzlich hinter sich lassen. Hierdurch entstehen Antinomien: das sind Paare einander entgegengesetzter Antworten auf dieselbe Frage, welche beide begrifflich einwandfrei begründet werden können. Die Auflösung dieses „dialektischen Scheins“ liegt eben darin, daß schon die Ausgangsfrage, als nichts über mögliche Erfahrung besagend, abgewiesen werden muß, und daher die Vernunft, wenn sie sich doch auf diese Frage einläßt, gleichsam leerläuft und unter dem Schein positiver Aussagen in Wahrheit nichts aussagt.

Wir betrachten als Beispiel die zweite Antinomie, die des Atomismus. Hier lautet die Thesis: „Eine jede zusammengesetzte Substanz in der Welt besteht aus einfachen Teilen, und es existiert überall nichts als das Einfache, oder das, was aus diesem zusammengesetzt ist“, und die Antithesis: „Kein zusammengesetztes Ding in der Welt besteht aus einfachen Teilen, und es existiert überall nichts Einfaches in derselben.“ Der Beweis der Thesis lautet im wesentlichen: „Denn, nehmet an, die zusammengesetzten Substanzen beständen nicht aus einfachen Teilen; so würde, wenn alle Zusammensetzung in Gedanken aufgehoben würde, kein zusammengesetzter Teil, und (da es keine einfachen Teile gibt) auch kein einfacher, mithin gar nichts übrigbleiben, folglich keine Substanz sein gegeben worden.“ Der Beweis der Antithesis bemerkt, daß jeder einfache Teil der Substanz (jedes „Atom“) notwendigerweise noch einen gewissen Raum erfüllt, und daß wir, indem wir die Teile des erfüllten Raumes denken, bereits auch Teile des Atoms denken.

Vom heutigen, mehr phänomenalistischen Standpunkte aus, der statt „zusammengesetzt“ lieber „teilbar“ sagt, mögen diese Beweise fragwürdig erscheinen. Sie sind es nicht von einem streng realistischen Standpunkt aus, der durch die Annahme wirklicher Dinge, deren Eigenschaften nicht (wie z. B. „teilbar“) in Hinblick auf unsere praktischen Fähigkeiten definiert

sind, die Phänomene nicht nur beschreiben, sondern „erklären“ will. So erweist sich Kants Gedankengang wiederum als Kritik des Dingbegriffs, sofern dieser die Grenzen möglicher Erfahrung überschreitet. Denn in der Tat kann durch den direkten Versuch nicht entschieden werden, ob Materie unbegrenzt teilbar sei oder nicht. Einen praktischen Atomismus der Physik hingegen, der seine kleinsten festgestellten Teilchen im Bewußtsein der darin liegenden Fiktion so behandelt, als ob sie unteilbar wären, hält Kant geradezu für einen besonders fruchtbaren Gedanken.

2. *Vergleich mit der Quantenmechanik.* Wir stellen nun der Lehre Kants ein konkretes Modell zur Seite, indem wir sie als Beschreibung der Erkenntnissituation der modernen Physik interpretieren. Diese Interpretation setzt eine absichtliche Naivität voraus. Denn Kant beansprucht, mit denselben Begriffen eine präzise Erkenntnislehre der Physik und „jede künftige Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können“, fundiert zu haben. Indem wir nun seine Begriffe an Hand einer ihm noch unbekannteren Situation auf die Physik hin deuten, wird uns ein Teil ihrer auf die Metaphysik zielenden Bedeutung entgleiten. Doch dürfte dieses vorübergehende Entgleiten gerade auch für die metaphysische Auswertung der Kant'schen Philosophie nützlich sein, weil es gestattet, die von Kant oft in einen Knoten geschlungenen Fäden der verschiedenen Problem-bereiche einzeln zu verfolgen.

Der Physiker erforscht die Dinge der Außenwelt. Er gewinnt von ihnen Kenntnis nur vermittels der sinnlichen Erfahrung. Somit ist jede Kenntnis, die wir überhaupt von den Dingen erhalten, anschaulich; und, damit aus ihr überhaupt eindeutig geschlossen werden kann, muß sie in einem kausalen Zusammenhang stehen. Dies wissen wir a priori, d. h. unabhängig von dem einzelnen Erfahrungsakt. Anschaulichkeit und Kausalität sind aber zunächst noch vage Ausdrücke. Ihren exakten Sinn bekommen sie erst im Begriffssystem der klassischen Physik. Für den heutigen Physiker, der weiß, daß er jede Erfahrung in der Sprache der klassischen Physik formulieren muß, ist de facto die gesamte klassische Physik a priori. Dies wird an keinem Beispiel so deutlich wie an dem der quantenmechanischen Dualismusexperimente; denn diese legen den Grund zu einer nichtklassischen Theorie lediglich durch klassisch interpretierte Meßresultate.

Nun gibt es aber an den Dingen einiges zu erforschen, was unserer sinnlichen Erfahrung nicht direkt gegeben ist, z. B. die kleinsten Teilchen, aus denen die Dinge bestehen. Denkt man an die Bedeutung der Atomlehre in

der Chemie, so wird man sogar geneigt sein zuzugeben, man habe erst verstanden, wie die Dinge an sich selbst sind, wenn man die Art ihres Aufbaus aus ihren kleinsten Teilen verstanden hat. Selbst wenn dieses Verständnis einmal durch ein noch tieferes abgelöst werden sollte, ist es jedenfalls tiefer als das durch die direkte Erfahrung vermittelte.

Wie können wir aber von den Atomen etwas erfahren? Letzten Endes nur durch sinnliche Wahrnehmung, also in der Sprache der klassischen Physik. Gerade weil wir aber a priori, d. h. durch bloße Berücksichtigung der Art, wie wir experimentieren, wissen können, daß wir vom Atom nur diejenigen Wirkungen direkt erfassen können, die sich klassisch darstellen lassen, haben wir keinen empirischen Grund, zu folgern, auch die Atome selbst, sofern sie nicht beobachtet werden, müßten den Gesetzen der klassischen Physik genügen. Die klassische Physik gibt die Art und Weise an, in der das Atom allein in Erscheinung treten kann; eben darum sagt sie nichts über das Atom an sich aus.

Indem wir aber so den Begriff eines „Atoms an sich“ bilden, zerrinnt er uns bereits wieder unter den Händen. Über das Atom an sich weiß die Physik überhaupt nichts durch Erfahrung. Dieses Vakuum wird von der Quantenmechanik ausgenutzt, um einen scheinbaren Widerspruch in der Erfahrung zu beseitigen. Teilchen- und Wellenbild widersprechen einander dann, wenn man die beobachteten Erscheinungen als Eigenschaften an sich seiender Teilchen oder Wellen deutet. Der Widerspruch verschwindet, wenn man die anschaulichen Begriffe von Teilchen und Wellen konsequent nur auf Erscheinungen anwendet. Der Begriff des Atoms an sich hat nun nur die negative Bedeutung, zu zeigen, welche Art von Begriffen man in die Physik nicht einführen soll. Nicht einmal objektive physikalische Existenz, d. h. die Fähigkeit, physikalisch definierbare Prädikate zu haben, selbst wenn wir sie nicht kennen, darf man dem „Atom an sich“ zusprechen. Bis hierher läßt sich Kants Gedankengang wörtlich übertragen.

Nun gibt es aber keine festgelegte Grenze zwischen Dingen, von denen wir Erfahrung haben, und Dingen, von denen wir keine Erfahrung haben. Wir zwingen das Atom ja gerade durch das Experiment, in Erscheinung zu treten. Für die logische Verknüpfungsform der Komplementarität, d. h. für die Tatsache, daß die zur Hervorbringung einer bestimmten Erscheinung notwendigen experimentellen Hilfsmittel das Auftreten gewisser anderer Erscheinungen unmöglich machen, fehlt nun aber das Analogon in der Lehre Kants. Das hängt eben damit zusammen, daß Kant die Rolle des

Willems beim Aufbau der empirischen Welt nicht genug berücksichtigt. Die Komplementarität erlaubt, die Verknüpfung zwischen den Erscheinungen der atomaren Welt nicht nach dem Modell des „Atoms an sich“ und doch in angebbarer Weise, nämlich durch die statistische ψ -Funktion, herzustellen. So entsteht eine nichtklassische Physik der Atome, welche den apriorischen Charakter der klassischen Physik gleichwohl nicht leugnet, sondern voraussetzt.

Besonders instruktiv ist vielleicht die Anwendung der Komplementarität auf die Atomismus-Antinomie. Die „Atome“ der Chemie sind bekanntlich physikalisch weiter teilbar in Kern und Elektronen. Für die Chemie aber beruht ihre ausgezeichnete Bedeutung gerade darauf, daß sie mit chemischen Methoden nicht weiter teilbar sind, und daß sie zudem, sofern sie demselben Isotop desselben Elements angehören, untereinander alle exakt gleich sind. Es ist also die erste Aufgabe der Atomphysik, diese chemischen Grundtatsachen zu erklären. Dies ist nun aber dem klassischen Teilchenbild, nach dem sich die Elektronen auf beliebigen Bahnen um den Kern bewegen können, unmöglich. Man braucht dazu vielmehr den Begriff des stationären Zustands. Er behandelt, so wie wir ihn nach der Wellenmechanik verstehen, das Atom als Ganzes und verzichtet auf die Angabe der Bahn der Elektronen. Wenn nun aber jemand fragt, wo im Atom sich in einem bestimmten Augenblick ein Elektron befindet, so kann er durch eine Ortsmessung alsbald eine konkrete Auskunft erhalten. Bei dieser Ortsmessung wird aber der Impuls des Elektrons so weit unbestimmt, daß es nunmehr in der Mehrzahl der Fälle befähigt ist, den Atomverband zu verlassen. Man hat dann also zwar den Ort des Elektrons erfahren, aber das chemische Atom zerstört.

Man sieht, daß diese „Komplementarität von Chemie und Mechanik“ genau die Argumente der Kant'schen Atomismus-Antinomie verwendet. Will man Chemie, d. h. die Erklärung der Eigenschaften der Materie durch das Zusammenwirken ihrer kleinsten Teile, so müssen diese Teile unzusammengesetzt gedacht sein. Dann darf es aber keinen Sinn haben, davon zu reden, was in den Teilen des von ihnen ausgefüllten Raumes geschieht. Will man umgekehrt Atommechanik, d. h. will man wissen, was im Innern des Atoms geschieht, so kann man durch ein Experiment die Antwort erhalten. Damit vernichtet man aber das Atom und hat ein Gebilde in der Hand, das zusammengesetzt und analysierbar, aber in dieser Form niemals Baustein der uns in der Erfahrung gegebenen Materie ist.

3. Folgerungen für den Begriff „a priori“. Was haben wir nun aus diesem Vergleich gelernt?

Zunächst haben Begriffe, die von Kant absolut gemeint waren, einen eigentümlichen Relationscharakter bekommen. Eine Erkenntnis a priori sollte nach Kant nicht nur Voraussetzung, sondern auch Bestandteil jeder möglichen, auf ihr Objekt bezüglichen Wissenschaft sein. Die Aprioritäten der klassischen Physik aber sind zwar methodische Voraussetzung, aber nicht inhaltlicher Bestandteil der Quantenmechanik; oder genauer, inhaltlicher Bestandteil nur insoweit, daß die klassische Physik ein Grenzfall der Quantenmechanik bleibt. Sie werden zwar nicht falsch, aber — eine von Kant nicht vorausgesehene Möglichkeit — in der Anwendbarkeit beschränkt. D. h. es wird zwar keine nicht raumzeitliche Erfahrung, keine bei Nachprüfung nicht kausale Verknüpfung von Erfahrungen aufgewiesen. Aber es zeigt sich, daß eine durchgängige Verknüpfung aller Erfahrungen in einem klassischen Modell nicht möglich ist, und daß wir nur zu wählen haben, wo wir durch experimentelle Nachprüfung klassische Verknüpfungen schaffen wollen und wo nicht.

Eine dieser Voraussetzungen a priori ist der praktische Realismus im weiter oben definierten Sinn, d. h. die Tatsache, daß uns nicht „Empfindungen an sich“, sondern Wahrnehmungen von Dingen gegeben sind, und daß man in der Weise der klassischen Physik auch von gerade nicht wahrgenommenen Dingen unbedenklich reden darf. Dies ist ein relativer, berechtigter Gebrauch des Ausdrucks „Ding an sich“. Seine Grenze ist die Grenze des praktischen Realismus. Der Zusammenhang mit dem absoluten Begriff des Dings an sich, den Kant benutzt, besteht zunächst nur in der formalen Identität des Kant'schen Schlusses auf die Unerkennbarkeit des Dings an sich mit unserem Schluß auf die Möglichkeit eines nichtklassischen Verhaltens der Atome. —

Unsere Einstellung zum A priori in der modernen Physik unterscheidet sich von den üblichen Auffassungen. Zwei von ihnen sind leicht zurückzuweisen, da sie das Problem nicht sehen. Dies sind die dogmatisch-empiristische These, welche überhaupt die Existenz apriorischer Elemente in der Erkenntnis leugnet, und die dogmatisch-aprioristische These, welche die Ergebnisse der modernen Physik leugnet, weil sie den vorgefaßten Begriffen von Erkenntnis a priori widersprechen. Mit der ersten haben wir uns zur Genüge auseinandergesetzt; die zweite sollte schon durch die

logische Möglichkeit einer Theorie wie der Quantenmechanik auf die Fragwürdigkeit ihrer Voraussetzungen hingewiesen werden. Eine dritte, ernster zu nehmende Möglichkeit ist der Versuch, die Erkenntnis a priori nicht, wie wir es tun, umzudeuten, sondern in ihrem Umfang einzuschränken. Auch in der Quantenmechanik gilt ja noch eine erweiterte „Kausalität“, wenn man zuläßt, daß mathematisch formulierte Wahrscheinlichkeitszusammenhänge unter diesen Begriff fallen. Überhaupt ist die reine Mathematik (Arithmetik, Analysis, allgemeine Formen der Geometrie) für sie ein selbstverständliches, a priori gegebenes Denkmittel.

Doch scheint uns diese Auffassung einerseits zu bescheiden, andererseits zu kühn zu sein. Sie ist zu bescheiden, indem sie nicht beachtet, daß in dem eingeschränkten Sinn der methodischen Voraussetzung in der Quantenmechanik auch das klassische Kausalprinzip und die euklidische Geometrie gilt; dieser Sachverhalt muß doch jedenfalls philosophisch beachtet werden. Sie ist wahrscheinlich zu kühn, wenn sie hofft, durch Einschränkung der Ansprüche Kants doch noch ein festumgrenztes System von Erkenntnissen a priori zu finden, die Bestandteile jeder künftigen Wissenschaft sein müssen. Über diese letzte Frage kann zwar nur die zukünftige Entwicklung der Wissenschaft bündig entscheiden. Aber der einmalige Mißerfolg der Voraussage Kants läßt uns daran zweifeln, ob seine Kriterien überhaupt ausreichen, um Erkenntnisse a priori in seinem absoluten Sinn zu ermitteln.

Wir kehren damit zurück zur Kritik von Kants Begründung der Erkenntnisse a priori überhaupt. Man unterscheidet die psychologische und die transzendente Aufweisung eines Apriori. Erstere zeigt nur, daß wir eine bestimmte Vorstellung unentrinnbar haben, und daß sie vielleicht genetisch die Quelle bestimmter anderer Vorstellungen ist. Letztere geht hingegen von fertiger, zugestandener Erkenntnis aus und untersucht logisch ihre notwendigen Voraussetzungen. Man pflegt nur die letztere als echte Aufweisung gelten zu lassen, da das psychologische Vorhandensein einer Vorstellung ja nicht ihre logische Notwendigkeit beweist. Obwohl nun aber Kant selbst die Idee der transzendentalen Aufweisung gefaßt hat, ist sein tatsächliches Aufweisungsverfahren gegen das psychologische nicht deutlich abgegrenzt. Psychologischer Natur ist z. B. die Begründung der Apriorität des Raumes durch den Satz: „Man kann sich niemals eine Vorstellung davon machen, daß kein Raum sei, ob man sich gleich ganz wohl denken kann, daß keine Gegenstände darin angetroffen werden.“ (Kr. d. r.

V., 2. Aufl., S. 38.) Diese Art der Argumentation begegnet uns nun aber überall in der Kritik der reinen Vernunft. Als zweites Beispiel sei nur noch die Begründung für den synthetischen Charakter der Gleichung $7 + 5 = 12$ (Kr. d. r. V., 2. Aufl., S. 15) genannt, mit dem Argument „... und ich mag meinen Begriff von einer solchen möglichen Summe noch so lange zergliedern, so werde ich doch darin die Zwölf nicht antreffen.“ Gerade der Gefühlston des „noch so lange“ läßt den Eindruck einer gewissen Unsicherheit entstehen, welche dem Kenner der modernen Axiomatisierungsprobleme der Mathematik begreiflich ist. So werden wir schließlich auf die generelle Frage geführt, ob eigentlich daraus, daß man ein Urteil „zugleich mit seiner Notwendigkeit denkt“, bereits folgt, daß man es mit Recht zugleich mit seiner Notwendigkeit denkt. Das Entsprechende gilt von der Allgemeinheit der Urteile.

Diese Frage darf nicht mit der empiristischen Kritik der Begriffe Notwendigkeit und Allgemeinheit verwechselt werden. Der Empirist, oder „Psychologist“, der unsere Begriffe „wahr“, „notwendig“ und „allgemeingültig“ psychologisch „erklären“ will, übersieht, daß er im selben Atemzug Sätze aufstellt, die er für wahr hält, aus denen er Folgerungen zieht, die ihm notwendig scheinen usw. Anders ausgedrückt: Die Begriffe der Logik bezeichnen Phänomene unseres Bewußtseins, die uns unmittelbar gegeben sind; schon ehe wir die empiristische Frage stellen, wissen wir, was „wahr“, „notwendig“ usw. heißen soll. Es kann nun eine lehrreiche Untersuchung sein, der psychologischen Genese dieses Begriffes nachzuspüren. Aber wie beim Versuch, die gegebenen „Dinge“ der Erfahrung nach „Empfindungen“ zu analysieren, ist auch hier der logische Tatbestand methodisch das Gegebene, und die psychologische Deutung ist eine Hypothese, die ihr Recht erst von Fall zu Fall durch ihre Leistung zu erweisen hat.

Indem wir aber voraussetzen, daß die Frage nach Notwendigkeit und Allgemeingültigkeit eines Urteils sinnvoll ist, dürfen wir bezweifeln, ob es eine absolute, d. h. einmalige und endgültige Antwort auf diese Frage gibt. Den Glauben an einen derart absoluten logischen Wert von Urteilen teil Kant mit fast der gesamten Tradition unserer Philosophie. Anderer Meinung sind fast nur die Skeptiker, die aber mit den Deutungen zugleich die Phänomene verwerfen und so die Probleme leugnen, statt sie zu lösen. Anderer Stimmung freilich ist auch Platon, wenn er durch Dialektik und Mythos die Spannung des Erkenntnisakts vor dem Abgleiten in den fixierten, gleichsam gefrorenen Aussagesatz rettet. Und stellt nicht in der Tat

der logische Absolutismus ebenso eine Übertreibung des Gegebenen, da wie etwa die Ersetzung des praktischen Realismus durch den prinzipiellen?

Was war uns über die Rolle der Sprache in der Philosophie deutlich geworden? Wir brauchen die Sprache, um überhaupt philosophieren zu können. Andererseits wissen oder ahnen wir von jedem Wort, daß es nicht genau ein Gegebenes bezeichnet. Wir haben kein Mittel, dem ein für allemal abzuhelfen, sondern können nur von Fall zu Fall einzelne Worte unter Verwendung anderer, selbst unkritischerer Worte kritisieren. Wir haben keinen Grund zu der Vermutung, daß das im Bereich des Denkens anders sein werde als im Bereich der Wahrnehmung. Wir brauchen Begriffe, die diesem eigentümlich schwebenden Charakter aller Erkenntnis gerecht werden.

In diesem Sinn ist unsere Deutung des Begriffs „a priori“ gemeint. Daß jedes Experiment klassisch beschrieben wird, wissen wir nicht sicherer, als daß jede Erfahrung von der Außenwelt räumlich ist; der erste Satz ist sogar um so viel fragwürdiger, als er mehr behauptet. Beide Sätze haben nicht logische, sondern faktische Notwendigkeit. Man sollte nicht sagen: „Jedes nur mögliche Experiment muß klassisch beschrieben werden“, sondern: „Jedes wirkliche, uns bekannte Experiment wird klassisch beschrieben, und wir wissen nicht, wie wir es anders machen sollten.“ Diese Aussage genügt nicht, um zu beweisen, daß der Satz für jede nur mögliche künftige Erkenntnis a priori ist. Aber das ist auch nicht die Anforderung der konkreten wissenschaftlichen Situation. Uns genügt zu wissen, daß er für die Quantenmechanik a priori ist. Das bedeutet, daß er gilt, unabhängig von jeder einzelnen derjenigen Erfahrungen, die in der Quantenmechanik überhaupt betrachtet werden, und zwar deshalb, weil er die Bedingung der Möglichkeit derartiger Erfahrungen angibt. Dieser Nachweis, der am fertigen System der Quantenmechanik vollzogen werden kann, ist im genauen Sinn der obigen Definition eine transzendente Aufweisung, nur in dem bescheideneren Rahmen, den unsere veränderte Auffassung bedingt.

Indem „a priori“ so zu einem Relationsbegriff wird, bestehen keine Bedenken, eine Erkenntnis, die in bezug auf eine zweite a priori ist, unter einem anderen Aspekt gleichwohl als empirisch zu bezeichnen. Z. B. ist ja die klassische Physik selbst an Hand der Erfahrung entstanden. In ihr gibt es wiederum Verhältnisse, die dem Verhältnis ähnlich sind, das sie zur Quantenmechanik hat; z. B. setzt die Elektrodynamik die Mechanik metho-

disch voraus. Die klassische Mechanik selbst ist wiederum nicht rein empirisch oder rein a priori. Sie vom soeben gewonnenen Standpunkt aus zu analysieren, wäre eine der nächsten Aufgaben.

Wir wollen diese Aufgabe hier nicht mehr angreifen, sondern nur noch auf zwei miteinander zusammenhängende Eigentümlichkeiten derartiger Probleme hinweisen. Die Mechanik ist das methodische Apriori der Elektrodynamik, und die ganze klassische Physik dasjenige der Quantentheorie. Inhaltlich hingegen ist das Verhältnis umgekehrt. Die Quantentheorie ist eine fundamentalere Naturerkenntnis als die klassische Physik und erklärt z. B. selbst erst die Möglichkeit der Existenz fester Körper, die doch in der klassischen Physik notwendig sind, um überhaupt die elementaren räumlichen Maßbestimmungen zu realisieren. In diesem spezifischen Sinn erklärt also die Erkenntnis a posteriori nachträglich erst, was in der Erkenntnis a priori schon vorausgesetzt war. Es ist ein Fehler vieler erkenntnistheoretischer Ansätze, diesen fruchtbaren Zirkel aller Erkenntnis nicht beachtet zu haben.

Diese Tatsache kann auch ein eigentümliches Umschlagen der Aprioritätsverhältnisse zur Folge haben. Wollten wir z. B. die klassische Mechanik analysieren, so würden wir bei der Frage, was uns denn eigentlich empirisch gegeben sei, nicht mehr um die konkrete Analyse der Sinneswahrnehmung herumkommen. In dieser zeigt sich auf einmal, daß wir — da wir die klassische Physik besitzen — die Objekte dieser Wahrnehmung sehr viel besser kennen als den Wahrnehmungsvorgang selbst (und zwar nicht nur als den physischen Vorgang im Sinnesorgan, sondern als das Phänomen der Empfindung). In einem veränderten Sinne wird nun also die klassische Physik für die Wahrnehmungstheorie a priori. Es würde sich wohl allerdings empfehlen, zur Kennzeichnung dieser verwickelten Situationen, die Kant nicht voraussehen konnte, den nun schon sehr beanspruchten Begriff „a priori“ durch genauer angepaßte Begriffe zu ersetzen.

4. *Meditationsstufen.* Wir haben uns in die Anwendung der Begriffe Kants auf die Physik verloren und nicht beachtet, daß sie die Grundlage einer allgemeinen Philosophie, ja einer Metaphysik bilden sollten. Wenn aber die geplante Philosophie der Physik von der philosophischen Seite her Vertrauen verdienen soll, müssen wir, ehe wir auch nur ihr Programm fest aufstellen, noch einmal zu jenem tiefsten Anliegen Kants zurückkehren. Haben wir überhaupt noch einen festen Punkt, von dem aus wir philosophieren können?

Als Physiker sind wir vom Realismus ausgegangen, der seinem Anhänger durch den Glauben an die objektive Existenz der Dinge metaphysische Beruhigung verschafft. Als wir die Fragwürdigkeit des metaphysischen Realismus erkannten, schien uns Kants Begriff des Apriori wenigstens einen absolut sicheren Punkt in den Fundamenten des eigenen Denkens zu gewährleisten. Nun scheint das Apriori selbst aus einer notwendigen zu einer bloß faktischen Gegebenheit zu werden, die jedenfalls weiterer Zergliederung fähig und bedürftig ist. Wir versuchen noch einmal, der Probleme Herr zu werden, indem wir die Quelle der Schwierigkeiten selbst zum Ursprung einer neuen Betrachtungsweise machen. Der Gedanke des Apriori bezweckte, Phänomene, die uns aus den Objekten der Erkenntnis heraus unverständlich waren, durch einen Blick auf die Bedingungen, unter denen überhaupt Objekte erkannt werden können, begreiflich zu machen. Nun haben wir einen schwebenden Charakter der wissenschaftlichen Begriffe gefunden, der mit unseren Vorstellungen von Wissenschaft nicht vereinbar scheint; um ihn zu begreifen, treten wir für einen Augenblick neben die Wissenschaft und schauen die Bedingungen an, unter denen sie als Prozeß des menschlichen Bewußtseins überhaupt möglich ist.

Wir haben uns entschlossen, nicht zu sagen: „Jedes Experiment muß klassisch beschrieben werden“, sondern einfach: „Jedes Experiment wird klassisch beschrieben.“ Damit ist unseren Sätzen die faktische, fast möchte man sagen, historische Situation der Physik zugrunde gelegt. In der Tat hat Aristoteles seine Erfahrungen noch nicht klassisch beschrieben; und obwohl wir es uns nicht vorstellen können, können wir nicht logisch ausschließen, daß eine spätere Menschheit wiederum eine andere Beschreibung wählen wird als wir; es ist ja nicht einmal bewiesen, daß unsere Anschauungs- und Wahrnehmungsfähigkeiten konstant sind. Um von dem klar reden zu können, was wir tatsächlich wissen, brauchen wir auch keine Spekulationen über das zu machen, was wir nicht wissen. Sollte man nicht sagen, die historische Situation des menschlichen Bewußtseins gehöre mit zum Apriori der Physik?

Nach dem Sensualismus und dem Psychologismus tritt uns hier im Historismus zum drittenmal die Versuchung entgegen, den Begriff des Wissens unvermerkt durch den eines, genetisch erklärten Meinens zu ersetzen. Aber gerade wenn wir diese Versuchung abweisen, können wir dem „historischen Apriori“ erst seinen genauen Sinn geben. Wir behaupten also nicht, es gebe bloß historisch bedingtes Meinen und kein Wissen;

Formal nicht, weil man, indem man „Meinen“ sagt, den Begriff „Wissen“ schon voraussetzt. Inhaltlich nicht, weil z. B. die Physik die Verbindung zwischen den historisch bedingten Formen ihres Wissens geradezu postuliert; so ist alles, was an der Physik des Aristoteles überhaupt richtig ist, in der klassischen Physik enthalten, wenn auch z. T. in anderer Ausdrucksweise, und das Entsprechende erwarten wir für das Verhältnis unserer Physik zu jeder zukünftigen. Wir schließen uns auch nicht der gefährlicheren historistischen Formel an, jede Epoche habe ihre eigene Wahrheit, wenigstens nicht, wenn der Begriff „Wahrheit“ dabei so naiv verstanden wird, daß er die Wahrheit der Physik mit umfaßt, und wenn zugelassen wird, daß die „Wahrheiten“ verschiedener Epochen einander widersprechen. Denn dann ist der Satz nur eine gewandtere Umschreibung des vorhergehenden. Andere Zeiten können anderes wissen als wir, und sie können auch nachweisen, daß wir uns geirrt haben, aber wenn wir sagen, etwas sei wahr, so meinen wir damit jedenfalls, daß zu keiner Zeit das Gegenteil wahr sei. Daß die Ausdrucksweisen sich ändern und daher gelegentlich nicht widersprechende Inhalte in widersprechender Form ausgedrückt werden, ist natürlich zugegeben. Ebenso ist zugegeben, daß verschiedene Bewußtseinszustände durch entgegengesetzte Aussagen in jeweils „wahrer“ Weise ihre Haltung zu den tiefen menschlichen Fragen dokumentieren können; aber diesen Sachverhalt wünschen wir eben in einer Weise zu berücksichtigen, die den Sinn der wissenschaftlichen Wahrheit nicht zerstört.

Indem wir aber in dieser Weise den Sinn wissenschaftlicher Sätze, ihren Anspruch, wahr zu sein, gegen eine historische Relativierung schützen, müssen wir gleichwohl zugeben, daß uns die Wahrheit faktisch immer nur in der Form gegeben ist, welche der Bewußtseinszustand unserer Epoche zuläßt, und daß nicht einmal die Möglichkeit besteht, über die dadurch gesetzten Grenzen hinaus zu spekulieren. Wenn wir nach einem deutlichen Begriff für diese Tatsache suchen, müssen wir Ausschau halten nach einem bekannten Vorgang im Bewußtsein, der ebenfalls den vollen Wahrheitsanspruch mit der anerkannten Abhängigkeit vom jeweiligen Zustand des Bewußtseins verbindet. Wir finden ihn in der Meditation.

Meditation ist eine Aneignung einer Wahrheit durch das Bewußtsein, bei der nicht nur der Inhalt, sondern die Struktur des Bewußtseins verändert wird. Sie hängt damit zusammen, daß Erkenntnis selbst ein Lebensvorgang ist. Vergleichen wir sie mit einem Vorgang der vitalen Sphäre

des menschlichen Lebens. Beim Reitenlernen nützt es mir nichts, daß der Reitlehrer und auch ich selbst weiß, was ich in jeder Lage tun müßte; der Augenblick muß kommen, in dem ich instinktiv das Richtige tue, in dem ich „reiten kann“. Diese Fähigkeit aber wird nur erworben durch den Versuch zu reiten, obwohl ich es zweifellos zunächst nicht kann, und durch fortgesetzte Übung. Ebenso verhält es sich, wenn ich das noch ungebärdigere Pferd der Erkenntnis reiten will. Stetes Anschauen, Durchdenken, Sichvergegenwärtigen und Einüben der Wahrheit, im Wechsel zwischen dem Durchwandern des schon bekannten Gebietes und dem immer wiederholten Anklopfen an Türen, die sich noch nicht geöffnet haben, in der ständigen Bereitschaft, das eigene Wesen der erkannten Wahrheit anzugleichen — das etwa ist der Beitrag, den der Wille zur Meditation leistet. Der Vorgang, der sich dann vollzieht, wenn diese Willenseinstellung da ist, stammt aus den Kräften des Unbewußten und besteht in einer langsamen, aber tatsächlichen Verwandlung der Beschaffenheit des Bewußtseins. Er ist in seinem Wesen nicht verschieden von jedem Vorgang des Reifwerdens. Auch der Erwachsene hat ein anderes Bewußtsein als das Kind; er hat andere Willenseinstellungen und Triebe, und er verwendet Vorstellungen und Begriffe mit Selbstverständlichkeit, die für das Kind überhaupt keinen begreiflichen Sinn haben. Alle höhere Erkenntnis aber kann nicht ohne eine bewußte Einstellung des Willens auf den Erkenntnisvorgang gewonnen werden, und es gibt Erkenntnisse, die nur auf dem im strengen Sinn meditativen Wege zugänglich sind.

Wollen wir die Bedeutung der Meditation „erkenntnistheoretisch“ bezeichnen, so greifen wir noch einmal auf den Begriff des „Gegebenen“ zurück. Es sind uns keineswegs elementare Empfindungen gegeben, sondern Dinge und ähnliche Sinneinheiten. Was uns aber gegeben ist oder wird, hängt von unserem eigenen Zustand ab. Wer reiten kann, weiß aus dem Instinkt heraus, was er vorher höchstens theoretisch wußte. Dem Kind, das noch nicht lesen kann, ist ein bekritzelttes Papier gegeben, dem lesenden Kind Buchstaben, dem Erwachsenen ganze Worte und selbst Sätze, und zwar so, daß die Buchstaben nicht mehr einzeln gegeben sind (wenn es nicht so wäre, blieben beim Korrekturlesen nicht so viele Druckfehler stehen). Im unmittelbaren persönlichen Kontakt sind mir viele von den Seelenregungen meiner Mitmenschen gegeben; durch eine veränderte Einstellung aber, z. B. durch Mißtrauen, können sie mir verlorengehen. Die Bedeutung der Einstellung des „Glaubens“ für das Bewußtsein be-

ruht nicht darauf, daß der Glaube Unbewiesenes für wahr hält, sondern darauf, daß er durch das Wegräumen des im Zweifel liegenden „Mißtrauens“ die Voraussetzung dafür schafft, daß uns gewisse nicht leicht zugängliche Sachverhalte „gegeben werden“ können. In diesem Sinne kann man nun auch sagen: Die Meditation verändert das Bewußtsein so, daß ihm etwas gegeben wird, das ihm vorher nicht gegeben werden konnte.

Alle Schulen systematischer Meditation kennen den Begriff der Meditationsstufen. Es liegt im Wesen der Meditation, daß sie sich die Wahrheit, die nicht auf einmal erfolgen werden kann, allmählich aneignet. Auf diesem Wege gibt es Stationen, die der Reihe nach durchlaufen werden müssen, weil eine die Voraussetzung, das „A priori“ der nächsten bildet. Selbstverständlich bedeutet dies kein starres Schema; es sind plötzliche Durchblicke in eine an sich noch unzugängliche Tiefe oder Höhe möglich. Aber es ist immerhin erstaunlich, wie gesetzmäßig sich die Entwicklung des Bewußtseins vollzieht.

Die Entwicklung der Wissenschaft und der Philosophie nun kann als eine große Meditation aufgefaßt werden. Die Entwicklungsphasen, von denen jeweils die spätere die frühere gleichzeitig voraussetzt und relativiert, entsprechen den Stufen der Meditation. So bezeichnet in der Frage nach dem Gegenstand der Physik der mit der klassischen Physik meist verbundene metaphysische Realismus eine erste Stufe. Die skeptische und sensualistische Kritik des Realismus ist eine antithetische Zwischenstufe, ein Übergangszustand, der nur die negative Bedeutung hat, die Notwendigkeit des Heraustretens aus der ersten Stufe klarzumachen. Die quantenmechanische Verwendung des Dingbegriffs nur in bezug auf mögliche Beobachtungen, welche bewußten Gebrauch von der Tatsache macht, daß die Physik ein Wissen der Menschen ist, bedeutet eine neue positive Stufe.

Jede Stufe kann durch das charakterisiert werden, was auf ihr notwendig und allgemein gilt, durch ihr Apriori im psychologisch absoluten Sinne. Wenn durch den Übergang zur nächsten Stufe dieses Apriori als solches aufgelöst wird, so wird es damit doch nicht als Erkenntnis entwertet; es wird zu einer speziellen wissenschaftlichen Einsicht mit einem angebbaren Geltungsgrund und angebbaren Geltungsgrenzen.

Der Übergang von einer Stufe in die nächste, obwohl durch Argumente veranlaßt, kann nicht logisch erzwungen werden. Der Schritt aus einer Stufe heraus bedeutet stets zuerst einen Schritt ins Dunkel. Denn die beiden Stufen, als verschiedene Bewußtseinszustände, verstehen einander

im Grunde nicht, vor allem die frühere nicht die spätere. Die frühere kennt die geistigen Phänomene nicht, die der späteren gegeben sind, und muß darum notwendigerweise jeden Versuch, von ihnen zu reden, mißverstehen; sie wird in unserem Beispiel jede Kritik des metaphysischen Realismus als einen Zweifel an der „Wirklichkeit“ der physischen Dinge auffassen müssen. Die spätere Stufe ihrerseits enthält allerdings die Fundamentalsätze der früheren unter ihren „empirischen“ Urteilen; sie verliert aber im allgemeinen mehr und mehr das Verständnis für die besondere metaphysische Dignität, die diesen Sätzen vorher zugeschrieben wurde, und kommt bei Debatten in die Schwierigkeit, gar nicht mehr in einer für sie selbst sinnvollen Sprache formulieren zu können, was mit jenen Sätzen über ihre empirische Bedeutung hinaus gemeint war.

Wie haben wir nun Kant zu deuten? Er beginnt auf der Stufe des metaphysischen Realismus. Von ihr wird er fortgedrängt, nicht wie die moderne Physik durch Erfahrungen, sondern durch die Entdeckung des A priori. Er erkennt, daß das, was der metaphysische Realismus glaubt, gar nicht aus den ihm gegebenen Erfahrungen abgeleitet werden kann und doch auch nicht weggelassen werden darf, weil es die Voraussetzung dafür darstellt, daß ihm diese Erfahrungen gegeben werden können. Durch diese Erkenntnis gewinnen die Sätze des Realismus aber eine veränderte Bedeutung; eine neue Meditationsstufe ist erreicht. Diese Stufe sucht Kant anzudeuten durch die Unterscheidung von Erscheinung und Ding an sich. Er braucht im Grund den Begriff des Dings an sich nur, um das Ding als Erscheinung in seinen Charakter als „Gegenstand“ und gleichzeitig in seiner ausdrücklichen Bezogenheit auf den erkennenden Menschen festzuhalten; es also vor dem Zurückgleiten entweder in die naiv-realistische oder in eine ebenso naive solipsistische Deutung zu bewahren. Diese Gefahr liegt in der Lehre Kants deshalb besonders nahe, weil er auf rein philosophischem Wege zu der neuen Stufe gelangt ist und daher die Naturwissenschaft, die er vorfindet, nicht in ihrer Struktur ändert, sondern nur umdeutet. Vom rein physikalischen Standpunkt aus kommt daher die „kopernikanische Wendung“ Kants doch nur auf eine Änderung der Nomenklatur hinaus, aus der nichts folgt. Erst die Quantenmechanik hat dieselbe Meditationsstufe auf physikalischem Wege erreicht und hat von der neuen Freiheit, die sie der physikalischen Begriffsbildung gibt, Gebrauch gemacht zur Schaffung einer Physik, die gar nicht mehr realistisch gedeutet werden kann. So hat eigentlich erst die moderne Physik das

leere Schema der Kantschen Lehre von der Natur ausgefüllt, freilich unter den in einem solchen Fall unvermeidlichen Änderungen und Umdeutungen.

Nun bleibt die noch ungelöste Aufgabe, eine der Meditationsstufe der Quantenmechanik entsprechende Philosophie wirklich durchzuführen. Es war aber vielleicht erlaubt, diese vorläufigen Betrachtungen gleichsam als Bitte um Zusammenarbeit und Kritik jetzt schon vorzulegen.