

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 mittels 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