

QUANTENPHYSIK UND METAPHYSIK

Von Heinrich Straubinger, Freiburg i. Br.

I. Die Quantenphysik¹⁾

Das Weltbild der Physik hat seit der Jahrhundertwende eine gewaltige Wandlung erfahren, weniger durch die Relativitätstheorie, die im Grunde genommen nur die Krönung der durch Galilei eingeleiteten und durch Newton begründeten sog. klassischen Physik ist, das „Endglied der mit Beginn der Neuzeit einsetzenden mathematischen Naturerklärung“,²⁾ als vielmehr durch die Quantentheorie. Max Planck, der Begründer der letzteren, sagt von dem sog. Wirkungsquantum: „Diese Konstante ist es, ein neuer geheimnisvoller Bote aus der realen Welt, welcher sich bei den verschiedenartigen Messungen immer wieder aufdrängte und immer hartnäckiger einen eigenen Platz beanspruchte, andererseits aber doch so wenig in den Rahmen des bisherigen physikalischen Weltbildes hineinpaßte, daß er schließlich die Sprengung des zu eng befundenen Rahmens herbeigeführt hat.“³⁾

Die materielle Welt ist aufgebaut aus 92 Grundstoffen, den Elementen. Die kleinste, qualitativ ihnen gleiche Einheit der Elemente sind die Atome, die selbst wieder mehrfach zusammengesetzt sind. Ihre grundlegenden Bestandteile sind die Protonen und Elektronen. Jene haben positive elektrische Ladung, ihre Masse ist $1,662 \cdot 10^{-24}$ g, d. h. 1,662 Quadrillionstel Gramm. Die Elektronen sind negativ elektrisch, ihre Masse ist der 1837. Teil der Protonenmasse. Die Kernphysik hat neuestens noch weitere Bestandteile des Atoms zutage gefördert: Positronen, Neutronen, Neutrinos und Mesotronen. Die Positronen, auch positive Elektronen genannt, sind das Gegenstück zu den (negativen) Elektronen. Die Neutronen und Neutrinos sind, wie der Name sagt, elektrisch neutral; jene haben annähernd dieselbe Masse wie die Protonen, die Masse der Neutrinos ist verschwindend gering, weshalb es ihnen auch gelungen ist, sich bis jetzt der Beobachtung zu entziehen. Die Mesotronen haben das Hundert- bis Zweihundertfache der Elektronenmasse. Die Protonen und Neutronen bilden in der Hauptsache den Kern der Atome und sind bestimmend für das Atomgewicht der Elemente. Die Elektronen bilden die Atomhülle, ihre Zahl entspricht der Ordnungszahl der Elemente. Das erste Element, der Wasserstoff, hat ein Elektron, das letzte, das Uran, hat deren 92. Nach dem von Rutherford 1911 entworfenen Modell umkreisen die Elektronen den Kern wie die Planeten die Sonne. Doch sind die Entfernungen innerhalb des Atoms relativ viel größer als in unserem Sonnensystem. Die Entfernung der kernnächsten Bahn vom Kern

im Wasserstoffatom würde nach den Größenverhältnissen unseres Sonnensystems 35 000 Millionen Kilometer betragen, während der sonnenfernste Planet Pluto nur 6000 Millionen Kilometer im Mittel von der Sonne entfernt ist.

Nach der klassischen Physik besteht das Licht in elektromagnetischen Wellen. Die Skala dieser Wellen umfaßt Frequenzen von 300 Schwingungen in der Sekunde bis zu 600 Trillionen. Das sichtbare Licht ist nur ein kleiner Ausschnitt aus der Reihe der Strahlungswellen. Seine Frequenzen bewegen sich zwischen 400 und 800 Billionen Schwingungen in der Sekunde.

Das Weltbild der klassischen Physik hat den Vorzug großer Anschaulichkeit. Die sichtbare Welt besteht aus Körpern, großen, kleinen und kleinsten, die sich nach bestimmten Regeln im Raum und in der Zeit bewegen. Die Quantentheorie besitzt diese Anschaulichkeit nicht, vor allem nicht in der Form bzw. in den Formen, die sie schließlich angenommen hat. Ihr Begründer Max Planck hat sie erstmals 1900 der Öffentlichkeit vortragen. Sie besagt, daß bei der Strahlung die Abgabe und Aufnahme der Energie nicht stetig vor sich geht, wie die klassische Physik angenommen hatte, sondern in bestimmten Quanten, wie wenn das Wasser tropfenweise aus dem Hahn in das untergestellte Gefäß läuft. Das jeweilige Energiequant E ist gleich dem Produkt aus der Schwingungszahl ν und dem Wirkungsquantum h . Dieses ist eine konstante Größe. Sein numerischer Wert ist $6,63 \cdot 10^{-27}$ Erg-Sekunden, d. h. 6,63 Tausendquadrillionstel Erg-Sekunden. Das Erg ist die Energie-Einheit, die Energie, die erforderlich ist, um $\frac{1}{180}$ Gramm 1 cm hochzuheben.

Planck war bei der Aufstellung seiner Theorie von der unsichtbaren Wärmestrahlung ausgegangen und hatte nur den Moment der Emission und Absorption des Lichtes, also den Uebergang der Energie von der Materie auf das Feld und vom Feld auf die Materie ins Auge gefaßt; über den Zustand des Lichtes auf dem Weg von seinem Ausgangspunkt bis zum Endpunkt hatte er nichts gesagt, er nahm mit der klassischen Physik an, daß es sich wellenförmig fortpflanzt. Demgegenüber stellte Einstein 1907 die These auf, daß das Licht auch auf seinem Weg quantenmäßig aufgeteilt ist, daß es also aus Korpuskeln besteht. Das war in gewissem Sinne eine Rückkehr zu der Newtonschen Korpuskulartheorie, nur daß die Photonen — so werden die Lichtquanten genannt — nicht materieller, sondern energetischer Natur sind. Diese Lichtquantentheorie ist bald darauf mehrfach experimentell bestätigt worden für den ganzen Bereich der Strahlung; besonders eindrucksvolle Beweise waren der Compton- und Raman-Effekt. Sie versagt aber gegenüber den Erscheinungen der Beugung und Interferenz. Diese verlangen Wellencharakter.

Unterdessen hatte die Quantentheorie neue Anwendungen und Bestätigungen erfahren, vor allem in der Spektroskopie. Bahnbrechend wirkte hier der dänische Physiker Niels Bohr, ein Schüler Rutherford's. Er knüpfte an das Atommodell seines Lehrers. Nach der klassischen Physik müßte das Atom bzw. das Elektron beständig Licht aussenden, da es elektrische Ladung hat, und zwar Licht seiner eigenen Frequenz. Das tut es aber nicht, weder das eine noch das andere. Zur Erklärung dieses merkwürdigen Verhaltens nahm Bohr an, daß für das Elektron nur bestimmte Bahnen zulässig sind, nämlich solche, die der Quantenregel $E = h \cdot \nu$ genügen, bei denen also das

Produkt aus der Umlaufzeit und der Energie das Plancksche Wirkungsquantum oder ein ganzes Vielfaches desselben ist. Die Radien dieser Bahnen wachsen proportional den Quadraten der Quantenzahlen 1, 2, 3 usw., also 1^2 , 2^2 , 3^2 usw. Weiter nahm Bohr an, daß der Energieumsatz nur erfolgt bei dem Uebergang des Elektrons von einer Bahn auf die andere. Wenn das Elektron ein Energiequant der Größe $h \cdot \nu$ aufnimmt, wird es auf eine fernere Bahn gehoben und gibt dasselbe Quantum wieder ab in Form von Strahlung der Frequenz ν , wenn es auf die ursprüngliche Bahn zurücksinkt.

Die Theorie Bohrs lehnte sich noch stark an die klassische Physik an, besonders durch die Vorstellung des Elektrons als eines Körperchens, dessen Bewegung im Raume sich genau berechnen läßt. Sie ist im Laufe der Jahre mehrfach ergänzt und vertieft worden und hatte in dieser erweiterten Form glänzende Erfolge aufzuweisen. Aber sie enthielt doch mancherlei Unstimmigkeiten, die zunächst mit in Kauf genommen wurden, aber auf die Dauer nicht unbeachtet bleiben konnten. So trieb die Entwicklung naturgemäß weiter und führte zur Wellenmechanik.

Die Wellenmechanik ist 1924 durch Louis de Broglie begründet worden. Bohr hatte angenommen, daß für das Elektron nur bestimmte Bahnen möglich sind, konnte aber keine Erklärung dafür angeben. De Broglie nahm nun an, daß das Elektron nicht als Korpuskel, sondern als Welle um den Kern kreist. Dann können nur solche Wellen in Betracht kommen, deren Länge ein ganzzahliger Bruchteil des Umfanges ist. Wenn aber die Materie Welle ist, dann muß, wenn sie durch ganz enge Spalten geht, Beugung und Interferenz eintreten. Tatsächlich wurde dies auch bald darauf experimentell nachgewiesen.

Neben anderen Physikern hat auch Erwin Schrödinger die Wellenmechanik weiter ausgebildet. Nach ihm sind die Elektronen Wellenpakete, d. h. zahlreiche übereinandergelagerte Wellen verschiedener Länge, die an bestimmten Punkten zu Wellenbergen anschwellen und im übrigen sich durch Interferenz ausgleichen. Die Elektronen sind solche wellenmäßige Zusammenballungen elektrischer Energie. Schrödinger postuliert für die Wellenprozesse jeweils 3.n Dimensionen, wobei n die Anzahl der in Frage kommenden Elektronen bezeichnet. Für das Wasserstoffatom mit seinem einzigen Elektron genügt der gewöhnliche dreidimensionale Raum. Aber schon das Heliumatom mit seinen zwei Elektronen würde sechs und erst das Uran 276 Dimensionen verlangen. Man fragt sich, was ein solcher „Konfigurationsraum“ noch mit der Wirklichkeit zu tun hat. Die Physik ist zur Mathematik geworden. Der englische Astrophysiker A. S. Eddington schreibt: „Die Schrödingersche Wellenmechanik ist nicht eine physikalische Theorie, sondern ein mathematischer Kniff, und zwar ein sehr guter.“⁴⁾ In diesem Zusammenhang sei gleich ein anderes Wort Eddingtons angeführt: „Ihr könntet heute den menschlichen Verstand getrost der Gnade des Physikers überantworten, ohne befürchten zu müssen, er werde in seinem Getriebe das Knirschen von Zahnrädern feststellen. Wir dürfen aber von diesen Gnadenbeweisen der heutigen Physik nicht allzuviel Aufhebens machen. Denn die Gewaltherrschaft des Mechanikers ist durch die Gewaltherrschaft des Mathematikers abgelöst worden.“⁵⁾

Also die Materie ist Welle, ohne aufzuhören, Korpuskel zu sein; denn der Umsatz der Energie verlangt körnige Struktur. Und das Licht ist Kor-

puskel, ohne aufzuhören, Welle zu sein; denn Beugung und Interferenz verlangen Wellennatur. Wie ist beides möglich? Jedenfalls können sie nicht beides zugleich und in derselben Hinsicht sein. Es ist also ein Ausgleich nötig. Einen solchen hat 1926 Max Born geboten. Korpuskel und Welle sind zwei komplementäre Aspekte der Materie und des Lichtes. Sie sind beides, aber keines ganz. „Beide Auffassungen enthalten ein Stück Wahrheit. Licht und Materie sind nicht Wellen, und sie sind auch nicht Körper. Sie verhalten sich, „als ob“ sie Körper wären, immer wenn es sich um Energie- und Impulsaustausch handelt. Aber etwas Wesentliches an Realität fehlt diesen Korpuskeln, ich kann ihnen keinen bestimmten Ort, keine Bahn, längs der sie sich bewegen, zuschreiben. Denn ihre durchschnittliche Ausbreitung in Raum und Zeit ist so, „als ob“ sie Wellen wären.“⁶⁾ Wenn die Wellikel — um einen von Eddington geprägten Ausdruck zu gebrauchen — irgendwo eine beobachtbare Wirkung ausübt, dann tritt sie als Korpuskel auf mit ihrem ganzen Energie- und Impulsgehalt. Aber auf dem Wege dahin ist sie nicht Partikel, sondern Welle; sie hat keine Bahn, auf der sie in jedem Augenblicke eine wohldefinierte Lage hätte, jedenfalls läßt sich eine solche nicht angeben. Jeder Partikel ist, wie de Broglie sich ausdrückt, eine Welle zugeordnet, in deren Bereich sie potentiell überall gegenwärtig ist. Sie ist gleichsam über das ganze Wellenfeld verteilt, so daß sie jederzeit an irgendeinem Punkte desselben in Erscheinung treten kann. Wo das geschieht, läßt sich nicht mit Bestimmtheit, sondern nur mit Wahrscheinlichkeit voraussagen, eine Wahrscheinlichkeit, die der Intensität der Welle an der betreffenden Stelle entspricht. Zusammenfassend sagt de Broglie: „Man sieht, daß das Elektron zwar ein „Korn“ ist, aber nur nach Maßgabe seiner gelegentlichen Fähigkeit, an einem Punkt mit seiner ganzen Energie in Erscheinung zu treten. Man sieht auch, daß die dem Elektron zugeordnete Welle zwar erlaubt, die statistische Verteilung der Wirkungen einer großen Zahl von Elektronen vorherzusagen, aber sie ist keine physikalische Schwingung, sie ist nur ein Wahrscheinlichkeitsfeld.“⁷⁾

Die Materie und das Licht verhalten sich also zum Teil als Korpuskel, zum Teil folgen sie den Regeln der Wellenlehre. Weiterhin ist experimentell festgestellt, daß Licht in Materie übergeht und Materie zu Licht verstrahlt. Das legt den Gedanken nahe, daß sie aus demselben Stoff sind, soweit man in diesem Seinsbereich von Stoff reden kann.

Damit sind wir an dem Punkt angelangt, an dem sich Physik und Metaphysik begegnen. Zur Zeit sind die „Wellikel“ die elementarsten, physikalisch faßbaren Bestandteile der sichtbaren Welt. Es mag sein und wird wohl auch sein, daß die Physik mit der Zeit noch tiefer eindringt in das Innere der Natur und ihre Erkenntnisgrenzen noch weiter vorschiebt. Dann setzt die Metaphysik eben hier ein. Wenn Ernst Zimmer schreibt: „Es bleibt also auch für den metaphysisch eingestellten Physiker als einzige dem Forscher mögliche Aufgabe die mathematische Beschreibung der sich den Sinnen offenbaren Welt, nicht ihre Erklärung, d. h. Zurückführung auf etwas hinter aller Erfahrung Liegendes“,⁸⁾ so ist dazu zu sagen, daß gerade die Erklärung der sich den Sinnen offenbaren Welt, d. h. ihre Zurückführung auf etwas hinter aller Erfahrung Liegendes, das Anliegen der Metaphysik ist. Der Physiker ist als solcher Empirist. Seine Erkenntnismittel: Beobachtung, Messung und mathematische Berechnung, führen nicht über den Bereich der Er-

fahrung hinaus. Er braucht deswegen nicht Positivist zu sein, vor allem nicht Positivist idealistischer Prägung. Dieser Positivismus anerkennt nur das, was der Beobachtung primär und unmittelbar zugänglich ist: Sinneseindrücke und Sinnesdaten. Die Frage nach dem, was ihnen zugrunde liegt, ist sinnlos; die „Dinge“ sind lediglich regelmäßig wiederkehrende Komplexe von sinnlichen Wahrnehmungen. Dieser Positivismus liegt auch der Matrizenmechanik Heisenbergs zugrunde. Daher ist es zwecklos, nach dem zu fragen, was im Atom vor sich geht, wie es noch die Bohrsche Atomtheorie tut. Atomzustände und inneratombare Vorgänge können ja nicht wahrgenommen werden. Beobachtungsmäßig sind nur die Spektrallinien mit ihren Frequenzen und Intensitäten gegeben. Im Unterschied davon vertritt Max Planck einen entschieden realistischen Standpunkt. Die Physik „hat nicht Erlebnisse zu beschreiben, sie hat die reale Außenwelt zu beschreiben.“⁹⁾ Die Sinnesdaten sind Boten aus der realen Welt. Das physikalische Weltbild soll ein möglichst getreues Abbild der realen Welt sein. Freilich wird das Ziel immer nur annäherungsweise erreicht. „Die Arbeit der Wissenschaft stellt sich uns dar als ein unablässiges Ringen nach einem Ziel, welches niemals erreicht werden wird und grundsätzlich niemals erreicht werden kann. Denn das Ziel ist metaphysischer Art, es liegt hinter jeglicher Erfahrung.“¹⁰⁾ Mit den letzten Worten wird angedeutet, daß die Metaphysik kein Wissen zu begründen vermag. Das ist tatsächlich die Meinung Plancks. So sagt er zur Frage nach dem Dasein Gottes, sie „läßt sich nie und nimmer auf wissenschaftlichem Wege, daß heißt durch logische, auf Tatsachen gegründete Schlußfolgerungen aufklären. Vielmehr ist die Beantwortung dieser Frage einzig und allein Sache des Glaubens, des religiösen Glaubens.“¹¹⁾ Hier spricht nicht mehr der Physiker, sondern der Philosoph Planck. Die Behauptung, daß mit der Grenze der naturwissenschaftlichen bzw. empirischen Erkenntnis die Grenze der Erkenntnis überhaupt gegeben sei, ist keine naturwissenschaftliche Aussage mehr, sondern eine philosophische.

II. Materie und Geist

In der Quantenphysik versagen die aus der gewöhnlichen Erfahrung gewonnenen Begriffe und Vorstellungen auch in der schematisierten und farblosen Form, die sie schon in der klassischen Physik erhalten hatten. Die den Elementareinheiten zugeordneten Wellen sind nicht Schwingungen irgendeines Mediums wie etwa die Schallwellen oder die Aetherwellen der früheren Lichttheorie, sondern Symbole der Wahrscheinlichkeit, mit der ein Elektron oder Photon irgendwo auftritt und die berechnet wird nach den Regeln der klassischen Wellenlehre. Dasselbe gilt vom Korpuskelbegriff. Die Elementarteilchen bringen diskontinuierliche, da und dort lokalisierte Wirkungen hervor, sind aber keine materiellen Punkte im Sinne der klassischen Physik, wie sie noch im Bohrschen Atommodell figurierten. Nach den Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelationen können Lage und Geschwindigkeit eines Elektrons nur ungefähr angegeben werden; je genauer die eine Größe bestimmt wird, um so unbestimmter bleibt die andere. Das Elektron ist gleichsam über den ganzen Raum des Atoms verteilt und besitzt daher auch keine voll ausgeprägte Individualität.

Damit scheint auch der Begriff der Substanz aus der Physik verbannt zu sein, soweit es sich um die tiefsten Schichten des materiellen Seins handelt. Die heutige Physik, sagt Bernhard Bavink, ist nicht mehr gewillt, „jenen Unterschied zwischen der an sich nur den Raum erfüllenden Substanz und dem dann erst die Zeit erfüllenden Vorgang zu machen“.¹²⁾ Sie anerkennt nur ein Etwas, das in Raum und Zeit zugleich ist bzw. das Raum und Zeit hervorbringt. Dieses Etwas ist das Wirkungsquantum mit seiner vierdimensionalen Ordnung. So verflüchtigt sich die Materie in „eine höchst verwickelte Form von Elementarvorgängen“,¹³⁾ an denen den Physiker nur die Form interessiert, nicht das, woran oder worin sie sich abspielen. Der heutige Physiker hat gelernt, „daß er seine Atome oder Elektronen oder was es sonst sei, nicht mehr als ‚starre Wirklichkeitsklötzchen‘ anzusehen hat, von denen dann keine Brücke mehr ins Gebiet des Geistigen und Seelischen führt; er sieht vielmehr, daß alle diese Gebilde ewig fließende Formen sind, an denen ihn auch gerade nichts weiter als nur diese Form interessiert. Damit ist jeder eigentliche Materialismus im Grundsatz überwunden.“¹⁴⁾

Es gehört nicht in den Bereich unserer Zuständigkeit, über die Aufgabe, Methode und Leistungsfähigkeit der Physik zu urteilen. Aber die Frage nach dem Wesen der Naturphänomene einschließlich der stofflichen Elementargegebenheiten ist nun einmal da, sie wird sich immer wieder einstellen und läßt den Menscheng Geist nicht los. Wenn die Physik sie nicht beantworten kann oder will, muß eben eine andere Wissenschaft eintreten und sich an ihr versuchen, und das ist die Metaphysik, näherhin zunächst die Naturphilosophie. Bavink schreibt: „Wir gebrauchen demnach nicht mehr, wie Kant meinte und viele Philosophen bis heute als Dogma lehren, zuerst eine Substanz, damit dann zweitens etwas mit ihr geschehen kann, sondern wir gebrauchen nur noch ein Etwas, was überhaupt die Welt von einem leeren (vierdimensionalen) Ordnungsschema unterscheidet“;¹⁵⁾ und ein andermal: „Natürlich wird es keinem Physiker einfallen, zu leugnen, daß überhaupt ein Etwas da ist, was die Welt von einem (vierdimensionalen) Ordnungsschema x , y , z , t unterscheidet. In diesem Sinne wird gerade der Physiker immer Realist bleiben.“¹⁶⁾ Also es gibt ein reales Etwas, ein Etwas, das die Welt vom Nichts unterscheidet, ein Etwas, das nicht vom denkenden Subjekt konstruiert, sondern einfach da ist. Aber dieses Etwas ist nicht Substanz im Sinne Kants und vieler Philosophen bis auf den heutigen Tag. Das mag sein. Aber es ist die Frage, ob dieser Substanzbegriff sachgemäß und glücklich ist. Substanz bezeichnet zunächst und unmittelbar ein Etwas, das einem anderen als Unterlage dient und es trägt; dieses andere wird Akzidens genannt. Doch ist die Beziehung zu Akzidentien für die Substanz nicht konstitutiv. Was sie zur Substanz macht, ist das Fürsichsein, die Subsistenz. Daher bezeichnet die Theologie auch Gott als Substanz, obwohl sie ihm keine Akzidentien zuschreibt. Auch die Raumerfüllung ist nicht wesentlich für die Substanz, obwohl uns empirisch nur raumerfüllende Dinge gegeben sind. Die Theologie spricht auch von rein geistigen Substanzen, denen Akzidentien zukommen, aber eben nur solche rein geistiger Art, Denken und Wollen. Auch verlangt der Begriff der Substanz in diesem Sinne nicht notwendig Beharrlichkeit und Unveränderlichkeit. Ein Etwas, das für sich existiert, wäre Substanz, wenn es auch nur einen Augenblick existierte, und bleibt Sub-

stanz, solange es existiert, mag es sich noch so sehr verändern. Eine leichte Verschiebung liegt vor, wenn von der Substanz eines Dinges geredet wird. Substanz ist dann gleichbedeutend mit Wesenheit und ist „der Seinsgehalt, der ein Seiendes als ein Seiendes dieser Art (spezies) konstituiert und der in der vollkommenen Definition seinen Ausdruck findet.“¹⁷⁾ Die Substanz in diesem Sinne ist unveränderlich, sofern ein Ding eben den Seinsgehalt seiner Art besitzen muß, um ein Ding dieser Art zu sein. Ein Mensch muß animal rationale sein, wann und wo immer er existiert. Daher kann man mit Leibniz von notwendigen, ewigen und unveränderlichen Wesenheiten reden. Die Substanz in diesem Sinne ist immer nur wirklich mit ihren Akzidentien, als deren ständig wirkender Einheits- und Sachgrund, sie wirkt sich in ihnen aus und stellt sich in ihnen dar. Es ist ein arges Mißverständnis, von „starren Wirklichkeitsklötzchen“ zu reden.

Kehren wir zu den Elementardaten der materiellen Welt zurück, den Wirkungsquanten, wie B a v i n k sie nennt. Sie sind in rastlosem Fluß und „dergestalt geordnet, daß gewisse ‚Formen‘ sich als zeitlich relativ konstant erweisen.“¹⁸⁾ Die primitivsten dieser Formen sind die Elektronen, Protonen, Neutronen usw., die sich weiterhin zu Atomen, Molekülen usw. zusammensetzen. Aber alle diese Gebilde sind keine Substanzen, man kann von ihnen eigentlich nicht sagen, daß sie sind. Der neuen Physik löst sich alles bloße Dasein in ein ewiges Werden und Geschehen auf. Heraklit hatte recht: Alles ist im Fluß. Bleibend ist nur die zeitlose Geltung der mathematischen Formeln, die dieses wirbelnde Geschehen beschreiben. Von Substanz ist nichts mehr zu sehen, jedenfalls ist sie der Physik vollkommen gleichgültig. „Die Physik hat kein Interesse daran, sich mit Dingen zu beschäftigen, von denen sie doch nichts aussagen kann. Sie braucht deshalb die Existenz solcher Dinge nicht zu leugnen; vielleicht läßt sich auf ganz anderem als physikalischem Wege etwas darüber ausmachen, dagegen kann die Physik nichts haben.“¹⁹⁾

Die Frage, ob die Physik ohne Substanz auskommt, mögen die Physiker unter sich ausmachen. Die Antwort wird davon abhängen, worin die Aufgabe der Physik gesehen wird, worüber die Physiker selbst geteilter Meinung sind, und was unter Substanz verstanden wird. Soviel ist jedenfalls sicher, was auch B a v i n k betont, daß die Form einen Inhalt haben muß und „daß die wirkliche Welt doch etwas anderes sein muß als ein bloßer mathematischer Gedanke.“²⁰⁾ Die eigentliche Wirklichkeit der Welt ist nach ihm das Seelische, von dem wir in unserem Bewußtsein unmittelbar Kenntnis haben, während die sinnlichen Dinge uns nur „gewisse formale Verhaltensgesetze dieser Weltsubstanz offenbaren.“²¹⁾ Freilich erhebt sich damit das Problem, wie aus den rein seelisch-geistigen Grunddaten der Welt die Materie herzuleiten ist, und wäre es auch nur ein Wasserstoffatom. An dieser Frage ist der Spiritualismus bisher gescheitert. Hier zeigt nun die neue Physik einen Weg. Denn an die Stelle der „starren Wirklichkeitsklötzchen“ sind mathematische Formen getreten, und eine mathematische Form ist etwas Geistiges, allerdings zunächst nur etwas Ideales, dem keine Wirklichkeit zukommt. Aber man muß sich den Weltgeist analog unserem Geiste denken mit Vernunft und Wille, wobei der Wille die Idee verwirklicht. Die „Schöpfung“ ist aber nicht als ein zeitlich abgeschlossener Akt aufzufassen, so daß die Welt einer aufgezogenen Uhr gliche, die von selbst abläuft, und Gott

nur Zuschauer wäre, der gar nicht oder nur zeitweilig in sie eingreift. Auch hier hat die neue Physik bedeutsame Aufschlüsse gebracht. Aus dem statistischen Charakter der Naturgesetze ergibt sich, daß der Weltlauf nicht nur in seinem Anfang, sondern in allen Punkten seiner räumlich-zeitlichen Erstreckung bedingt ist. „Es existiert im buchstäblichen Sinne nicht ein einziges Wirkungsquant in der Welt, ohne daß es ganz direkt und unmittelbar aus Gott hervorginge. Kein Naturgesetz, auch kein statistisches, erzwingt sein Dasein.“²²⁾ Die Welt ist Gott immanent, aber Gott geht nicht in ihr auf. Der Pantheismus hält die richtige Mitte zwischen dem Deismus, der Gott und Welt vollständig trennt, und dem Pantheismus, der sie vollständig ineinssetzt.

Während B a v i n k der physikalischen Wirklichkeit immerhin noch ein gewisses, wenn auch nicht selbständiges Eigensein zuerkennt, verflüchtigt sie E d d i n g t o n zum leeren Schein. „Der Stoff der Welt ist Geist-Stoff. Doch . . . ich muß erklären, daß hier ‚Geist‘ nicht genau Geist und ‚Stoff‘ nicht genau Stoff bedeuten soll.“²³⁾ Stoff bedeutet lediglich den „Untergrund für den Aufbau der Welt“,²⁴⁾ womit über sein Wesen nichts ausgesagt sein soll. Der Geist-Stoff erhebt sich im Menschen zum Bewußtsein und erkennt sich hier unmittelbar, während wir die physikalische Welt nur indirekt und in Symbolen erfassen. „Unser Bewußtsein ist nicht etwas scharf Umgrenztes, es geht allmählich in das Unterbewußtsein über, und wir müssen annehmen, daß diesem etwas Unbestimmtes zugrunde liegt, das in stetigem Zusammenhang mit unserem geistigen Leben steht. Dieses unbestimmte Etwas identifiziere ich mit dem Weltstoff.“²⁵⁾ Die geistige Seite der Erfahrung steht zur physikalischen in demselben Verhältnis wie das Wasser zur Gestalt der Wellen.²⁶⁾

Um Worte soll nicht gestritten werden, auch nicht um das Wort Pantheismus. Es kommt auf die Sache an. Und sachlich handelt es sich darum: Ist die Welt so aus Gott, daß er sie durch seinen allmächtigen Willen aus dem Nichts ins Dasein geführt hat; oder ist sie so aus Gott, daß Gott in ihr sich selbst auswirkt und darstellt, in ihr existiert und west? Im ersten Falle liegt Schöpfung vor, und zwar Schöpfung ohne Anführungszeichen. Die zweite Annahme ist Pantheismus, gleichgültig ob Gott in der Welt aufgeht oder nicht. Gott ist nicht der Wesensgehalt der Welt, und die Welt ist nicht Auswirkung des göttlichen Wesens. Die Welt hat Gott gegenüber ihr eigenes, selbständiges Sein, allerdings ein Sein, das Gott ihr gegeben hat und ständig erhält. Kraft desselben göttlichen Willensaktes, durch den sie geworden ist, hat sie auch Bestand. Die Welterhaltung besagt nicht nur, daß Gott die Welt bestehen läßt, sondern er will positiv, daß sie besteht. Die Welt ist demnach als Ganzes und in allen ihren Teilen in ihrem Sein und Wirken in jedem Augenblick abhängig von Gott, von ihm getragen, nicht wie die Akzidentien von der Substanz, sondern als Produkt seines schöpferischen Willens. Die Bedingtheit der Welt ist ganz und gar unabhängig davon, ob die Naturgesetze dynamisch oder statistisch wirken. Sie war erkannt und wurde gelehrt, bevor die Physik eine Ahnung hatte von dem statistischen Charakter der Naturgesetze, und muß festgehalten werden, auch wenn die Physik je zu anderen Ergebnissen gelangen würde.

Also die Welt hat ihr eigenes, relativ selbständiges Fürsichsein. Vielfach wird gesagt, durch die neue Physik sei der Materialismus grundsätzlich

überwunden. Auch B a v i n k vertritt diese Ansicht. Das ist doch sehr cum grano salis zu nehmen. Ernst Z i m m e r schreibt, die Materie „ist von etwas Geistigem geordnet, nämlich mathematisch berechenbar“.27) Das ist ganz gewiß wahr. Aber daraus folgt noch nicht, daß sie selbst etwas Mathematisches ist, und erst recht nicht, daß sie etwas Geistiges ist, etwas wesenhaft und substantiell Geistiges. Und darum handelt es sich. Wenn die neue Physik sich nur um die Elementarvorgänge und an diesen sich nur um deren Form kümmert, so läßt sie eben die Frage nach dem Träger derselben — und ein solcher muß unter allen Umständen vorhanden sein — offen, und die Deutung kann von i h r aus in der Richtung des Materialismus oder Spiritualismus erfolgen. Wir nehmen die Elementardinge sowie auch den Geist nicht selbst wahr, wohl aber deren Aeußerungen: dort Spektralfarben und Spektrallinien, Nebelstreifen in der Wilsonkammer usw., hier Gedanken, Strebungen, Gefühle usw. Das sind total verschiedene Dinge. Dann wird auch das, was sich in ihnen äußert, total verschieden sein, verschieden bis in die ersten Ursprünge und tiefsten Wurzeln. Man mag die Materie noch so sehr sublimieren, man kommt nie zum Geist, und ebenso umgekehrt. So wenig die alte Physik die materialistische Deutung des Geistigen verlangte, ebensowenig verlangt die neue die Spiritualisierung der Materie. Wenn A b e r W e n z l die Materie als „räumlichen Ausdruck seelischer Wesen“ betrachtet,28) so ist das ebenso absurd, wie wenn früher Philosophen und philosophierende Naturwissenschaftler die Gedanken als Absonderungen des Gehirns ausgegeben haben. Das mag sein, daß in der neuen Physik mehr noch als in der klassischen zum Ausdruck kommt, daß das Naturgeschehen mathematisch geordnet ist. Wo aber Mathematik und Ordnung herrscht, da ist objektive Geistigkeit. Wenn man nun nicht annehmen will, daß die Natur selbst denkt und rechnet, kommt man folgerichtig auf einen persönlichen Geist, der, wie P l a t o sagt, in der Natur Geometrie treibt. Man kann übrigens mit Hedwig C o n r a d - M a r t i u s den Hebel zur Ueberwindung des Materialismus noch etwas tiefer ansetzen. Sie geht davon aus, daß jedes Ding seinen Wesenssinn, seinen Logos hat, der etwas objektiv Geistiges ist. Es gibt auch einen „ureigenen Logos der Körperlichkeit“. Er ist ein Element des jeweiligen Artlogos der körperlichen Substanzen, der als Wesensentelechie mit dem Stoffgehalt der physischen Körper auch deren Materialität aus dem Wesensstoff — der materia prima der Scholastik — herausaktualisiert.29)

Fassen wir nun die Elementarteilchen selbst ins Auge, die Wellikel, wie E d d i n g t o n sie nennt, wozu auch die Photonen gehören. Was sind sie eigentlich, metaphysisch gesehen? Die Physik betrachtet sie bald als Wellen, bald als Korpuskeln. Bezüglich des Wellencharakters sagt sie uns: Welle bedeutet hier nur Wahrscheinlichkeit, „Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein des unteilbaren Photons oder Elektrons“.30) Demnach wäre also das Wellenhafte der Wellikel etwas rein Mathematisch-Formales, sie wäre im Grunde doch Partikel, allerdings Partikel, für die Impuls und Lage nicht zu gleicher Zeit genau angegeben werden kann. Dann wird uns wieder gesagt, daß die Bewegung des Elektrons im Raume ein wellenhafter Vorgang ist, während es an Ort und Stelle, wo es eine beobachtbare Wirkung ausübt, als Partikel auftritt. Also bald Welle, bald Partikel, oder ein Zwitterding zwischen Welle und Korpuskel. Offenbar sind die Wellikel recht problematische Gebilde, ohne feste Prägung, schwankend, schwebend, fließend,

unstet. Die Welt, sagt E d d i n g t o n , „ist eine Bühne, auf der gespenstische Darsteller sich materialisieren oder in Dunst auflösen, je nachdem wir unsere Aufmerksamkeit hierhin oder dorthin richten“.³¹⁾ Die Elementarteilchen scheinen so die ersten flüchtigen Repräsentanten eines Etwas zu sein, das innerlich und konstitutiv auf Materialität und Raumerfüllung angelegt und insofern materiell, aber noch nicht greifbare Materie ist, sondern es erst wird in den Atomen oder Molekülen. Sie sind sozusagen Materie in der Ontogenese, im Uebergang vom Keimstadium zum Vollstadium, scholastisch ausgedrückt: auf dem Wege zur endgültigen Formung. So scheint die aristotelisch-scholastische Lehre von der *materia prima* durch die Quantenphysik eine neue Beleuchtung und vielleicht tiefere Begründung zu gewinnen.

III. Kausalität und Willensfreiheit

Die Quantenphysik hat unter den Physikern eine überaus lebhafte Diskussion über die Gültigkeit des Kausalitätsgesetzes hervorgerufen. Dabei handelt es sich zunächst um das Kausalitätsgesetz der Naturwissenschaft, das zwar mit dem allgemeinen Kausalitätsgesetz der Philosophie innerlich zusammenhängt, aber von ihm wohl unterschieden werden muß, wenn Mißverständnisse vermieden werden sollen.

Das philosophische Kausalitätsgesetz besagt, daß alles, was geschieht bzw. alles Bedingte, eine entsprechende Ursache haben muß. Das Gesetz gilt ganz allgemein und lautet ganz allgemein. Beides ist zu beachten. Es gilt ganz allgemein, für das geistige Leben und für das Naturgeschehen. Es kann formell nicht begründet werden, es wird entweder anerkannt oder nicht. Praktisch anerkennt es jedermann, auch der Physiker, und richtet sich in seinem Denken und Handeln danach, auch wenn er es theoretisch ignoriert oder bestreitet. Und es lautet ganz allgemein. Er sagt nur, daß die Ursache so beschaffen sein muß, daß sie instande ist, die Wirkung hervorzubringen. Alles andere, speziell auch die Art und Weise, wie Ursache und Wirkung näherhin zusammenhängen, muß von Fall zu Fall, also empirisch entschieden werden. Das Kausalitätsgesetz der Naturwissenschaft geht in zweifacher Hinsicht über das der Philosophie hinaus. Zunächst behauptet es einen gesetzmäßigen und regelmäßigen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung. „Als Kausalität“, sagt Max P l a n c k , „können wir ganz allgemein den gesetzlichen Zusammenhang im zeitlichen Ablauf der Ereignisse bezeichnen.“³²⁾ Kausalität ist „die Gesetzlichkeit im Weltgeschehen“.³³⁾ Das philosophische Kausalitätsgesetz macht diese Einschränkung nicht. Es läßt auch ein schlechthin einmaliges oder gesetzloses oder gesetzwidriges Geschehen zu, verlangt aber dafür eine entsprechende Ursache. Sodann statuiert das Kausalitätsgesetz der Naturwissenschaft einen notwendigen Zusammenhang zwischen der Ursache und der Wirkung in dem Sinne, daß die Ursache die Wirkung notwendig hervorbringt. Derselbe P l a n c k sagt: „Alles, was sich ereignet, hat eine oder mehrere Ursachen, welche zusammen das betreffende Ereignis als Wirkung notwendig nach sich ziehen, und umgekehrt kann jedes Ereignis als Ursache eines oder mehrerer mit Notwendigkeit darauf folgender Ereignisse angesehen werden.“³⁴⁾ Es ist das gute Recht der Naturwissenschaft, die Ereignisse ihres Forschungsgebietes gesetz-

mäßig zu erfassen, soweit es möglich ist. Aber diese Gesetze gelten zunächst nur für das Naturgeschehen und dürfen nicht ohne weiteres auf andere Bereiche übertragen werden. Das geistige Leben liegt in einer ganz anderen Dimension und hat seine eigenen Gesetze. Auch hier gilt das Kausalitätsgesetz der Philosophie, auch hier hat jedes Ereignis seine Ursache. Aber das philosophische Kausalitätsgesetz läßt Raum für ein freies Handeln. Es ist etwas total Verschiedenes zu sagen: Alles, was geschieht, hat notwendig eine Ursache, und: Alles, was geschieht, hat eine notwendig wirkende Ursache. Dieses wurde und wird vielfach übersehen, nicht nur von Physikern, sondern auch von Philosophen und Theologen.

Mit dem Begriff der Kausalität hängt der des **Determinismus** aufs engste zusammen, man kann sagen, daß sie sich decken, soweit die Naturkausalität in Betracht kommt. Wenn ein Ereignis streng kausal determiniert ist, kann es mit Bestimmtheit vorausgesagt werden, falls seine Gegenwartsbedingungen genau bekannt sind. Damit kommt ein neuer Gesichtspunkt in den Bereich der Diskussion: die Vorausbestimmbarkeit oder Vorausberechenbarkeit. Nach der klassischen Physik folgt das Weltgeschehen notwendigen, ehernen Gesetzen. Daher ist es prinzipiell möglich, von dem gegenwärtigen Weltquerschnitt aus alles, was bisher geschehen ist und in Zukunft geschehen wird, bis ins kleinste hinein genau zu berechnen. Dieses Ideal ist durch die Quantenphysik, näherhin durch die Heisenbergsche Unschärfebeziehung oder Unbestimmtheitsrelation erschüttert worden. Danach ist im mikrophysischen Bereich eine genaue Einzelvorhersage nicht möglich. Positivistisch eingestellte Physiker haben daraus den Schluß gezogen, daß das Kausalitätsprinzip für die Physik erledigt ist, daß es in der Natur keine echte Kausalität und strenge Gesetzmäßigkeit gibt, sondern nur statistische Regelmäßigkeit mit Wahrscheinlichkeitscharakter. Diesen Standpunkt teilt im wesentlichen **B. B a v i n k**. Zwar betont er, „daß die Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation einen deterministischen Unterbau jedenfalls nicht ausschließt“³⁵⁾ und daß „die Geltung des Energiesatzes auch für das atomistische Geschehen experimentell sichergestellt ist“.³⁶⁾ Doch bezieht er schließlich die indeterministische Position. Ähnlich **L. de B l o g l i e**. Für den Physiker, sagt er, gilt der Determinismus nur so weit, als er verifizierbar ist, und er ist nur so weit verifizierbar, als strenge Vorausbestimmbarkeit gegeben ist.³⁷⁾ Man kann zwar annehmen, „daß ein fundamentaler Determinismus der Ereignisse vorhanden ist, der uns verborgen bleibt und sich jenseits der Grenzen unseres Wissens befindet, aber das ist eine metaphysische Hypothese, ein Glaubensakt“.³⁸⁾ Entschieden vertritt **M. P l a n c k** die durchgängige Kausalität alles Naturgeschehens, auch und gerade in den atomaren Dimensionen. Die statistische Gesetzmäßigkeit hat die dynamische zur Grundlage und Voraussetzung. Wir können zwar die feinsten physikalischen Vorgänge nicht durchschauen. Hier ist der fortschreitenden Forschung eine objektive Grenze gesetzt durch das elementare Wirkungsquantum, eine Schranke, die sie nie überschreiten kann. Das liegt daran, daß der Mensch mit seinen Sinnesorganen und seinen Meßgeräten selbst zur Welt gehört und ihren Gesetzen untersteht. Ein idealer Geist, der über dem Weltgetriebe steht, würde „sowohl das Walten der Naturkräfte als auch die Vorgänge im Geistesleben des Menschen bis ins einzelste und feinste in Gegenwart, Vergangenheit und Zukunft durchschauen“.³⁹⁾

Die zuletzt angeführten Worte Plancks weisen in den Bereich des menschlichen Geisteslebens. Damit taucht das Problem der Willensfreiheit auf. Zunächst mögen einige klärende Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Das entscheidende, im Grunde das einzige Argument für die Willensfreiheit ist das Zeugnis unseres Selbstbewußtseins, das Freiheits- und Verantwortungsbewußtsein. Es ist ebenso klar, bestimmt und unmittelbar wie das Zeugnis, daß wir denken, leben und sind. Wenn das Selbstbewußtsein in dem einen Fall täuscht, dann auch in dem anderen, und damit hat alle Gewißheit und Wissenschaft ein Ende, soweit sie sich nicht mit rein idealen Größen abgibt. Das Bewußtsein der Freiheit begleitet vor allem unsere äußeren Handlungen. Doch decken beide Bereiche sich nicht. Der Mensch setzt auch Reflex- und Instinktakte, die nicht frei sind, und anderseits werden oft genug Willensentschlüsse nicht in die Tat umgesetzt. Gehen wir weiter nach innen, so kommen wir an die Grenze, an der Leib und Seele — sagen wir einmal — sich berühren. Hier kommt aber weniger die Freiheit in Frage als das Verhältnis zwischen Leib und Seele, vor allem das Problem, wie beide aufeinander wirken. Es mag sein, daß die Quantenphysik diesem überaus schweren Problem bis zu einem gewissen Grade seine Schärfe genommen hat, wenigstens dann, wenn die Elementarvorgänge — nur solche kommen hier zunächst in Betracht — indeterministisch gedeutet werden. Sie sind dann der Starrheit der dynamischen Gesetzmäßigkeit entzogen, ihr Zusammenhang ist aufgeweicht und gelockert, sie erhalten eine gewisse Labilität, so daß sie einer seelischen Einwirkung eher zugänglich erscheinen. Damit ist aber das Problem nicht gelöst. Näher darauf einzugehen, ist hier nicht der Ort. Nur daran sei erinnert, daß in jedem Organismus mit Einschluß des Menschen Stoffliches und Seelisches nicht erst nachträglich und nicht nur äußerlich zusammenkommen. Vielmehr ist es die Seele, die ihren Leibstoff als den ihrigen grundlegend und wurzelhaft erstellt und ausformt, so daß beide ursprünglich und von Anfang an eine innere Seins- und Wirkgemeinschaft bilden.⁴⁰⁾ Der eigentliche Bereich der Freiheit ist das Ich. Hier fallen die Entscheidungen des Willens. Sie haben ihre Ursache wie alles, was geschieht. Planck schreibt: „Die Rolle, welche in der Natur die Kraft als Ursache der Bewegungen spielt, übernimmt hier in der Welt das Motiv als Ursache der Handlungen, und wie in jedem Augenblicke die Bewegungen eines materiellen Körpers mit Notwendigkeit aus dem Zusammenwirken verschieden gerichteter Kräfte hervorgehen, so entspringen die Handlungen des Menschen mit gleicher Notwendigkeit dem Wechselspiel der einander verstärkenden und widerstreitenden Motive, die teilweise mehr oder weniger bewußt, teilweise auch ihm unbewußt zur Wirksamkeit gelangen.“⁴¹⁾ Man wird diesen Worten nicht vorbehaltlos zustimmen können. Zunächst ist zu sagen, daß es auch völlig unmotiviert Handlungen geben kann und gibt, vor allem dann, wenn der Mensch sich in der Lage der Eselin Buridans befindet und zwischen zwei gleichwertigen Handlungen zu wählen hat. Sodann ist zu beachten, daß die Motive nicht unmittelbar auf den Willensentschluß einwirken, sondern auf dem Wege über das Ich. Das Ich aber ist nicht nur Schauplatz oder Spielball oder allenfalls noch Zuschauer des Spiels und Gegenspiels der Motive. Es steht vielmehr über ihnen, überschaut sie, schätzt und wägt sie gegeneinander ab, schaltet neue ein und vorhandene

aus und entscheidet sich für das eine oder andere, und erst dadurch wird dieses das entscheidende und, wenn man so sagen will, das stärkste Motiv. Aber auch wenn nur ein einziges Motiv vorhanden ist und der Mensch ihm unmittelbar folgt, ist das Ich nicht nur Durchgangspunkt für die Kraft desselben, sondern nimmt es in sich auf, macht es zu seinem Motiv und gibt so letztlich den Ausschlag. Das ist der psychologische Befund, wie er uns durch das Selbstbewußtsein bezeugt wird.

Also P l a n c k vertritt die These, daß alle Ereignisse des menschlichen Geisteslebens einschließlich der Willensentscheidungen streng kausal determiniert sind. Andererseits will er die Freiheit unbedingt gewahrt wissen. Beides, meint er, läßt sich wohl miteinander vereinigen. Man muß sich nur darüber klar sein, was Willensfreiheit ist. Er schreibt: „Der Begriff der menschlichen Willensfreiheit hat nur den Sinn, daß der Mensch sich selbst innerlich frei fühlt, und ob das der Fall ist, kann nur er selber wissen.“⁴³⁾ Auch hier stellt sich der Widerspruch ein. Willensfreiheit und Gefühl der Willensfreiheit sind sehr wohl auseinanderzuhalten. Letzteres steht nicht in Frage. Wohl aber erhebt sich die Frage, wie der Mensch sich frei fühlen kann, wenn sein Handeln im einzelnen notwendig determiniert ist. P l a n c k antwortet: weil er den Zusammenhang zwischen seinem Tun und der jeweiligen Gesamtsituation, in der er handelt, nicht vollkommen durchschaut und durchschauen kann. „Denn bei der Frage der Willensfreiheit handelt es sich gar nicht darum, ob es einen derartigen bestimmten Zusammenhang gibt, sondern es handelt sich darum, ob dieser Zusammenhang dem Betreffenden selber erkennbar ist. Einzig und allein dieser Punkt ist es, an welchem die Entscheidung darüber haftet, ob der Mensch sich frei fühlen kann oder nicht. Nur wenn jemand imstande wäre, allein auf Grund des Kausalgesetzes seine eigene Zukunft vorauszusehen, müßte man ihm das Bewußtsein der Willensfreiheit absprechen.“⁴³⁾ „Ein an Weisheit uns himmelhoch überlegenes Wesen, welches jede Falte in unserem Gehirn und jede Regung unseres Herzens durchschauen kann, würde unsere Gedanken und Handlungen als kausal bedingt erkennen.“⁴⁴⁾ Wenn dem so ist, dann ist der Mensch in Wirklichkeit nicht frei. Dann ist das Gefühl der Freiheit mit dem Verantwortungsbewußtsein Täuschung. Dann wird man mit E d d i n g t o n sagen müssen: „Wenn ich mich über eine solche Tatsache meines unmittelbaren Wissens zu täuschen vermag — über das eigentliche Wesen des Geschöpfes, das ich selber bin —, so ist schwer einzusehen, wo dann überhaupt ein zuverlässiger Anfang des Wissens gefunden werden könnte.“⁴⁵⁾ Wenn B. B a v i n k die Möglichkeit der Freiheit mit dem statistischen Charakter der Naturgesetze begründet,⁴⁶⁾ so unterstellt auch er prinzipiell das menschliche Geistesleben der Naturgesetzlichkeit, und das ist methodisch nicht zulässig. Das menschliche Geistesleben ist trotz seiner engen Verflochtenheit mit der materiellen Welt ein eigener selbständiger Seinsbereich mit eigenen Gesetzen. Der Mensch ist frei, mögen die Naturgesetze dynamisch oder statistisch wirken.

IV. Statistik und Teleologie

Seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts ist in der Physik die statistische Betrachtungsweise mehr und mehr zur Geltung gekommen und hat zu gro-

Ben Erfolgen geführt. Statistische Berechnungen sind nur möglich bei einer großen Zahl gleichartiger, voneinander unabhängiger Vorgänge, wobei der Einzelvorgang im übrigen völlig unbestimmt bleibt. Wenn statistisch festgestellt ist, daß täglich rund 1000 Personen über eine Brücke gehen, so ist über den einzelnen Passanten weiter nichts gesagt, als daß er über die Brücke geht. Die statistischen Gesetze sind Durchschnittsgesetze, denen keine mathematische Exaktheit zukommt. Sie geben Mittelwerte an, um die die wirklichen Werte variieren. Das Variationsintervall ist um so geringer und demnach das Gesetz um so genauer, je größer die statistische Masse ist. Diese ist nun auch bei dem unscheinbarsten makrokosmischen Sachverhalt unvorstellbar groß. So enthält ein Kubikzentimeter Gas bei einer Temperatur von 0 Grad und einem Druck von einer Atmosphäre über 27 Trillionen Moleküle. Die Zahl der Atome und Elementarteilchen ist entsprechend größer. Daher kommt es, daß die Makrogesetze trotz ihres statistischen Charakters überaus genau sind und Berechnungen bis zu einem ganz minimalen Bruchteil einer Sekunde oder eines Millimeters gestatten. Praktisch ist hier der Unbestimmtheitsfaktor gleich Null. Anders ist es natürlich im subatomaren Bereich mit seinen allerkleinsten Maßverhältnissen.⁴⁷⁾

In der Frage, wie weit die Natur der statistischen Gesetzmäßigkeit gehorcht, sind die Physiker geteilter Meinung. Die einen schreiben allen Naturgesetzen mit Einschluß der Mikrogesetze nur statistischen Charakter zu. Sie berufen sich vor allem auf die sog. Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation. Danach ist es nicht möglich, bei einem Materieteilchen oder einem Photon die Geschwindigkeit und den Ort zu gleicher Zeit genau zu bestimmen; je schärfer die eine Größe fixiert wird, um so unbestimmter bleibt die andere. Wenn die Forscher dieser Richtung recht haben, dann sind die Naturgesetze nicht ursprünglich gegeben, sondern bilden sich in jedem Augenblicke sozusagen von selbst durch das regellose Spiel der Elementarteilchen. Das bedeutet aber, daß an der Wurzel der naturgesetzlichen Ordnung der Zufall steht. Andere Physiker gehen nicht so weit. M. Planck betont immer wieder, daß die dynamische Gesetzmäßigkeit die Grundlage und Voraussetzung der statistischen ist und daß exakte Wahrscheinlichkeitsrechnung nur möglich ist, wenn im allerfeinsten Mikrokosmos streng determinierte Gesetzmäßigkeit herrscht.⁴⁸⁾ Speziell macht er geltend, daß das Gesetz von der Erhaltung der Energie auch im submikroskopischen Bereich gilt, ebenso das Prinzip der kleinsten Wirkung, dem er ausgesprochen teleologischen Charakter zuschreibt. „Dieses Gesetz“, schreibt er, „besitzt, soweit wir sehen können, ebenso wie das Energieprinzip, genaue Gültigkeit, auch in der allerneuesten Physik. Was wir nun aber als das allergrößte Wunder ansehen müssen, ist die Tatsache, daß die sachgemäßeste Formulierung dieses Gesetzes bei jedem Unbefangenen den Eindruck erweckt, als ob die Natur von einem vernünftigen, zweckbewußten Willen regiert würde.“⁴⁹⁾ Und weiter: „Es ist gewiß nicht verwunderlich, daß die Entdeckung dieses Gesetzes . . . seinen Urheber Leibniz, ebenso wie bald darauf seinen Nachfolger Maupertuis, in helle Begeisterung versetzt hat, da diese Forscher darin das greifbare Zeichen für das Walten einer höheren, die Natur allmächtig beherrschenden Vernunft gefunden zu haben glaubten.“⁵⁰⁾ Allerdings können wir ihm nicht mehr folgen, wenn er dann schreibt: „Nichts hindert uns also, und unser nach einer einheitlichen Weltanschauung verlangender Er-

kenntnistrieb fordert es, die beiden überall wirksamen und doch geheimnisvollen Mächte, die Weltordnung der Naturwissenschaft und den Gott der Religion, miteinander zu identifizieren. Danach ist der Gott, den der religiöse Mensch mit seinen anschaulichen Symbolen sich nahezubringen sucht, wesensgleich mit der naturgesetzlichen Macht, von der dem forschenden Menschen die Sinnesempfindungen bis zu einem gewissen Grade Kunde geben.⁵¹⁾

Wir überlassen die Frage nach der Reichweite der statistischen Gesetzmäßigkeit in der Natur den Naturwissenschaftlern und fassen erneut die primären Welt Daten ins Auge, bis zu denen die Physik mit ihren Forschungsmitteln vordringt und von denen aus die Metaphysik zur letzten oder vielmehr ersten Ursache aufsteigt. Diese Gegebenheiten sind die sog. universellen Weltkonstanten: die Masse des Elektrons, die Masse des Protons, die elementare elektrische Ladung oder das elektrische Elementarquantum, die Lichtgeschwindigkeit, das elementare oder Plancksche Wirkungsquantum und die Gravitationskonstante. Vielleicht lassen sie sich auf drei zurückführen: die Masse des Elektrons, die Lichtgeschwindigkeit und das elementare Wirkungsquantum; oder, wie B. B a v i n k vermutet,⁵²⁾ auf die eine: das Wirkungsquantum. Stellen wir uns auf diesen Boden. Also ursprünglich gegeben sind die Wirkungselemente, gleichgültig ob endlich oder unendlich viele, ob von Ewigkeit her oder nicht. Und ursprünglich gegeben ist auch eine bestimmte Gruppierung und Anordnung derselben, die Verteilung der Wirklichkeit auf Raum und Zeit oder die Verteilung der Materie in der Welt. Daß Ordnung in der Welt ist, wird im Ernste niemand bezweifeln, am allerwenigsten der Physiker. Damit aber Ordnung entstehe, genügt es nicht, daß die Ordnungselemente mit ihren Wirkungsweisen vorhanden sind, sie müssen auch am rechten Ort und in der rechten Weise wirken. Das zeigt sich deutlich beim technischen Schaffen des Menschen. Er ist dabei angewiesen auf die vorhandenen Naturdinge mit ihren Kräften und Wirkungsweisen, daran kann er nichts ändern. Aber er kann sie da und dort einsetzen und ihr Wirken lenken, so daß er Gebilde hervorbringt, die die Naturdinge, sich selbst überlassen, nie herstellen könnten. So gesehen, erscheint die Ordnung der Welt um so erstaunlicher, je einfacher die Anfänge sind, aus denen sie hervorgegangen ist. Es seien hier die Worte E d d i n g t o n s angeführt: „Das Bild der Welt, wie es in den geltenden physikalischen Theorien gezeichnet wird, zeigt eine Anordnung der individuellen Atome und Protonen, welche überaus unwahrscheinlich wäre, wenn sie durch ein zufälliges Zusammentreffen entstanden wäre. Die Wette dagegen steht Multillionen gegen eins. (Ich benütze „Multillionen“ als einen allgemeinen Ausdruck für eine Zahl, die alle Bücher einer großen Bibliothek ausfüllen würde, wenn man sie in der üblichen dezimalen Schreibweise hinschreiben würde.) Dieser Zug von Ordnung in der Welt könnte vielleicht als Absicht oder Plan gedeutet werden. Wir wollen ihn indessen unverbindlich Anti-zufall nennen.“⁵³⁾

Damit kommen wir zum Schluß. Die primären Weltgegebenheiten mit ihren Wirkungsweisen, gleichgültig wie sie genannt werden, müssen eine Ursache haben, und zwar eine Ursache, die unbedingt ist und daher nicht zur Welt gehört. Wir nennen sie Gott. Dieser metaphysische Schluß ist ebenso berechtigt und notwendig, wie der Schluß des Physikers von den

Erscheinungen in der Welt auf die ihnen zugrunde liegenden Kräfte und Gesetze. Gott hat den primären Welteinheiten zugleich eine bestimmte Konstellation gegeben, aus der dann gerade diese Ordnung mit ihren Gesetzmäßigkeiten wie von selbst hervorgewachsen ist. Dabei ist das früher Gesagte zu beachten, daß der göttliche Schöpfungsakt in Zeit und Raum fortwirkt. Zu all dem aber kommt noch, wenigstens für unsere Erde, das Leben, das nicht das einfache Ergebnis physikochemischer Kräfte und Gesetzmäßigkeiten ist, so sehr solche auch in jedem lebenden Organismus wirksam sind, und in dessen Aeüßerungen und Gestaltungen ein teleologisches Prinzip unverkennbar ist. Uebrigens ist auch ein toter Körper noch nicht restlos erklärt durch die Summe seiner physischen Komponenten und deren Kräfte. Auch hier ist ein übermechanisches, ganzheits- und artschaffendes Prinzip als Wesensentelechie wirksam.

¹⁾ Ich folge hier in der Hauptsache E. Zimmer, Umsturz im Weltbild der Physik, München 1942.

²⁾ A. Wenzl, Wissenschaft und Weltanschauung, Leipzig 1936, S. 118.

³⁾ Wege zur physikalischen Erkenntnis I³, Leipzig 1943, S. 149.

⁴⁾ Das Weltbild der Physik, Braunschweig 1931, S. 218; vgl. auch: Die Naturwissenschaft auf neuen Bahnen, Braunschweig 1935, S. 43.

⁵⁾ Die Naturwissenschaft . . . , S. 308. ⁶⁾ Zimmer, Umsturz . . . , S. 198.

⁷⁾ Die Elementarteilchen, Hamburg 1943, S. 60. ⁸⁾ Umsturz . . . , S. 284.

⁹⁾ Wege . . . , S. 173. ¹⁰⁾ S. 173.

¹¹⁾ Religion und Naturwissenschaft, Leipzig 1938, S. 16.

¹²⁾ Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft, Leipzig 1941, S. 209, ¹³⁾ S. 211.

¹⁴⁾ Die Naturwissenschaft auf dem Wege zur Religion, Frankfurt a. M. 1933, S. 33.

¹⁵⁾ Ergebnisse . . . , S. 210. ¹⁶⁾ Die Naturwissenschaft . . . , S. 33.

¹⁷⁾ Jos. de Vries, Denken und Sein, Freiburg 1937, S. 76. ¹⁸⁾ Ergebnisse . . . , S. 210.

¹⁹⁾ Die Naturwissenschaft . . . , S. 33. ²⁰⁾ S. 44. ²¹⁾ S. 44. ²²⁾ S. 63.

²³⁾ Das Weltbild . . . , S. 271. ²⁴⁾ S. 275. ²⁵⁾ S. 274.

²⁶⁾ Die Naturwissenschaft . . . , S. 305. ²⁷⁾ Umsturz . . . , S. 283.

²⁸⁾ Wissenschaft . . . , S. 309.

²⁹⁾ Der Selbstaufbau der Natur, Hamburg 1944, S. 394 ff.

³⁰⁾ M. Planck, Wege . . . , S. 197. ³¹⁾ Die Naturwissenschaft . . . , S. 42.

³²⁾ Wege . . . , S. 74. ³³⁾ S. 86. ³⁴⁾ S. 72.

³⁵⁾ Ergebnisse . . . , S. 233. ³⁶⁾ S. 234.

³⁷⁾ Die Elementarteilchen . . . , S. 63. ³⁸⁾ S. 69.

³⁹⁾ Wege . . . , S. 203; vgl. auch: Determinismus oder Indeterminismus? Leipzig 1938.

⁴⁰⁾ H. Conrad-Martius, Der Selbstaufbau . . . , S. 394 ff.

⁴¹⁾ Wege . . . , S. 92. ⁴²⁾ S. 204. ⁴³⁾ S. 131; vgl. auch: Determinismus oder Indeterminismus? S. 11 f.: vom objektiv wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet ist der menschliche Wille determiniert, dagegen vom subjektiven Standpunkt des Selbstbewußtseins aus betrachtet ist der menschliche Wille frei".

⁴⁴⁾ Wege . . . , S. 97; vgl. auch: Vom Wesen der Willensfreiheit, Leipzig 1936.

⁴⁵⁾ Die Naturwissenschaft . . . , S. 84.

⁴⁶⁾ Die Naturwissenschaft . . . , S. 64 ff. Ergebnisse . . . , S. 603 ff.

⁴⁷⁾ A. Gatterer, Das Problem des statistischen Naturgesetzes, Innsbruck 1924.

⁴⁸⁾ Wege . . . , S. 50 f., 88 f., 128 ff., 180 f., 203.

⁴⁹⁾ Religion und Naturwissenschaft, S. 24. ⁵⁰⁾ S. 25 f. ⁵¹⁾ S. 29.

⁵²⁾ Ergebnisse . . . , S. 182 ff. ⁵³⁾ Die Naturwissenschaft . . . , S. 56.

Summary

The essay treats of some central problems of metaphysics under the aspect of modern physics. The fundamental difference between matter and spirit remains in existence.

however sublimed the matter may be. Freedom of will does not depend on the question whether the elementary processes take place in a deterministic or indeterministic way. In either case, the teleological world-view continues in value.

Résumé

L'essai traite quelques problèmes principaux de la métaphysique dans la lumière de la physique moderne. La différence fondamentale entre matière et esprit reste valable quelque sublimée que la matière soit. La liberté humaine ne dépend pas de la question si les procédés élémentaires se passent d'une manière déterministe ou indéterministe. En tout cas l'opinion téléologique ne perd pas de validité.