

Wandlungen des naturwissenschaftlichen Weltbildes und ihre weltanschaulichen Folgen

Von ALOIS WENZL

Dies war das physikalische Weltbild der Jahrhundertwende, das die sogenannte klassische Physik von der materiellen Natur entwarf: Die materiellen Körper bestehen selbst aus unteilbaren und unzerstörbaren Körpern und Körperchen, die im gasförmigen Zustand wie elastische Kugeln gegeneinander fliegen, im flüssigen und festen Zustand eine Art von Schwingungen in kleinem Bereich ausführen; die Bewegung der Körper und ihrer Bausteine erfolgt nach den Gesetzen der Trägheit und Schwere, und wenn sie geladen oder magnetisch sind, nach den zusätzlichen Gesetzen der Elektrizität und des Magnetismus. Die jeweilige Konstellation der Materie im Raum bestimmt die jeweilig folgende; denn durch die räumliche Anordnung sind die Kräfte bedingt, die die Körper aufeinander ausüben. Das Weltbild wäre noch einfacher gewesen, wenn es mit den Gesetzen der Trägheit und Schwere (Anziehung) ausgereicht hätte. Schon Elektrizität und Magnetismus komplizierten es (darum die vergeblichen Bemühungen, auch diese auf mechanische Vorstellungen zurückzuführen); erst recht spielte das Licht, wenn es auch als elektromagnetische Welle erklärt wurde, eine Sonderrolle — was war es? Die Wellennatur des Lichtes schien ein Medium zu fordern, den „Äther“. Vielleicht bestand dieser selbst aus noch kleineren Elementen als den uns bekannten, vielleicht waren die materiellen Elemente nur ausgezeichnete Bildungen in diesem Äther. Wie immer: Es gab eine ein für allemal gegebene Substanz in dem Raum unserer Anschauung. Die Erhaltungssätze für Masse und Energie (Arbeitsfähigkeit) waren die letzte Grundlage des Seins; alles Geschehen aber vollzog sich auf Grund der jeweiligen materiellen Anordnung nach ewigen unabänderlichen Gesetzen, so daß ein die gegenwärtige Lage aller Teile und Teilchen überschauender (Laplacescher) Geist jede künftige und vergangene Situation grundsätzlich hätte nach- oder vorausrechnen können; denken wir uns, daß er alles hätte überschauen können, so wäre die Zeitqualität für ihn eigentlich aufgehoben gewesen.

„Klassisch“ nennt der Physiker von heute diese Physik, um die imposante Geschlossenheit und Anschaulichkeit ihres Weltbildes anzuerkennen, das auf verhältnismäßig wenige mathematische Grundsätze die Mannigfaltigkeit der materiellen Erscheinungen zurückführen zu können glaubte.

Allen noch offenen Fragen und allem Fortschritt im einzelnen zum Trotz meinte die Physik um die Jahrhundertwende doch grundsätzlich ihr Forschungsgebiet ausgeschöpft zu haben, und Oswald Spengler sah in dieser vermeintlich grundsätzlichen Abgeschlossenheit sogar ein Argument mehr für seine These vom Untergang der abendländischen Kultur, wie er umgekehrt mit dieser These eine grundsätzliche Weiterentwicklung sozusagen

diktatorisch ablehnen zu dürfen glaubte, — eine Ironie der Geschichte, daß sie sich so wenig an diese Todesanzeige gehalten hat, und ein diskreditierender Irrtum des Untergangstheoretikers, daß er — der von der Mathematik herkam — Entwicklungen entweder nicht gekannt oder so gewaltig unterschätzt hat, die sich zur Zeit der Niederschrift seines Werkes bereits vollzogen hatten.

Weltanschaulich mußte dieses Weltbild zwar nicht notwendig zum Materialismus führen — gerade die originalen großen Forscher (wie Maxwell, R. Mayer u. a.) waren durchaus keine Materialisten —, aber es machte zu ihm geneigt. Es legte dem Vereinheitlichungsstreben des menschlichen Denkens nahe, alles Sein in dieses Weltbild einzuordnen, auch den lebenden Organismus als eine wenn auch sehr komplizierte Maschine aufzufassen („Mechanismus“), das Seelenleben als eine Begleiterscheinung besonderer materieller Anordnungen im Gehirn („Parallelismus“); religiös legte es entweder den Atheismus oder allenfalls eine pantheistische oder eine deistische Gottesvorstellung nahe, die Vorstellung eines Gottes, der eine Universalmaschine geschaffen habe und nun nach den ihr gegebenen Gesetzen ablaufen lasse. Das alles folgte nicht daraus, aber die Annahme einer den lebendigen Leib leitenden Entelechie (Vitalismus), einer auf den Leib wirkenden Seele (Wechselwirkung), einer theistischen Gottesauffassung forderte zugleich die Annahme von Eingriffen in die mathematischen Gesetze der physikalischen Natur. Es gab viele große Naturforscher, die diese Annahmen nicht gescheut haben, aber willkommen waren sie verständlicherweise nicht.

Wenn man die Entwicklung überschaut, die die Naturwissenschaft seitdem, und zwar aus sich selbst heraus, durchgemacht hat, so ist man erstaunt, welche tiefgreifenden Wandlungen gerade in den Grundanschauungen sich vollzogen haben und wie andersartige Ausblicke sich dementsprechend dem philosophischen Denken darbieten. Es wird für die Geschichte der Physik einmal das Charakteristikum dieser Entwicklung sein, daß das Hauptziel der Forschung nicht dieser oder jener Erscheinung, diesem oder jenem Gesetz und nicht dem mittleren Bereich unseres Lebens galt, sondern den Fragen an den letzten Grenzen: nach dem Größten, d. h. nach dem Bau des Universums, nach dem Schnellsten, d. h. nach dem Licht, nach dem Kleinsten, d. h. nach den Bestandteilen der Atome, und daß bei dieser Fragestellung die letzten Gerüste unseres anschaulichen Denkens: Raum, Zeit, Substantialität und Kausalität selbst, und zwar von der Physik aus zur Frage gestellt, d. h. wieder zum Problem wurden. Um es gleich vorwegzunehmen: nicht über Bord geworfen wurden; immer wird die Naturwissenschaft von ihnen ausgehen; aber daß man an die Grenzen ihrer Anwendbarkeit kam, hat den Boden entscheidend aufgelockert gegen verfrühte Verallgemeinerungen der klassischen Physik.

Ausgegangen sind die verschiedenen Zweige dieser Entwicklung alle von

Problemen der Strahlungslehre (Licht- und Wärmestrahlung) und ausgebaut wurden sie durch Verwendung des Rüstzeugs, das die neuzeitliche Mathematik zur Verfügung stellte.

Wenn man daher die Etappen der Entwicklung skizzieren will, so hat man zunächst auf ihre Vorgeschichte hinzuweisen, die auf mathematischem Gebiet im vorigen Jahrhundert sich abspielte, — „artfremd“ nannte das verflossene Regime diese Entwicklungen, trotzdem an ihr deutsches Denken in sehr entscheidendem Maß beteiligt war: Gauß und Riemann haben jene Raumlehren aufgestellt, die man die nichteuklidische Geometrie heißt, deren Grundcharakter wir gleich nachher kennzeichnen wollen. Helmholtz und H. Poincaré haben die mögliche physikalische Bedeutung dieser Lehren bereits eingehend erörtert. Auch die experimentellen Befunde, die zu der Entwicklung der modernen theoretischen Physik Anlaß gaben, reichen in das vergangene Jahrhundert zurück. Die theoretische Entwicklung selbst setzte aber erst um die Jahrhundertwende ein.

Anschließend an die Bemühungen des holländischen Physikers H. A. Lorentz stellte Einstein 1905 die (später so genannte) spezielle Relativitätstheorie auf, die von Minkowski, Sommerfeld, v. Laue u. a. ausgebaut wurde und von der man sagen kann, daß sie sich als methodisches Instrument in der Fachwissenschaft durchgesetzt hat. Ihre Grundgedanken sind folgende:

1. Gleichförmig geradlinig gegeneinander bewegte Systeme sind für die Darstellung der Naturgesetze gleich geeignet, nicht nur der mechanischen — das wußte man schon seit Galilei —, sondern auch der elektromagnetischen;
2. ein Lichtsignal pflanzt sich allen Systemen gegenüber nach allen Richtungen mit derselben Geschwindigkeit fort. Alle Versuche auf der Erde fallen daher ebenso aus, wie wenn sie ruhen würde. Diese Gleichberechtigung führt aber zu weitgehenden Folgerungen. Sie lassen sich dadurch ausdrücken, daß man Raum und Zeit zu einer vierdimensionalen Mannigfaltigkeit aller Weltereignisse zusammenfaßt und je nach dem Bewegungszustand des Beobachters einen verschiedenen Querschnitt dieser „Welt“ als gleichzeitigen Raum anspricht.

1913 ließ dann Einstein zusammen mit Marcel Großmann den „Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation“ folgen: Durch den Einfluß des Schwerefeldes fallen unsere Raum- und Zeitmessungen so aus, daß für die Beziehungen der räumlich erscheinenden Gebilde nicht mehr die Sätze der anschaulichen (euklidischen) Geometrie gelten, sondern die Beziehungen der oben erwähnten nichteuklidischen Raumlehre, und daß in verschiedenen Schwerefeldern das Ablauftempo sonst gleicher physikalischer Vorgänge verschieden ist. Man kann nun die materielle Wirklichkeit als Erscheinung und Ausdruck mathematischer Formen deuten, die der vierdimensionalen mathematischen Mannigfaltigkeit „Welt“ eingeprägt sind. Da die Abweichungen dieser allgemeinen Relativitätstheorie von den Voraussagen der klassischen Physik bzw. der speziellen

Relativitätstheorie für irdische Verhältnisse noch nicht in Betracht kommen, konnte die Physik diese Hypothese für ihre Zwecke weitgehend dahingestellt sein lassen; um so mehr gingen ihre Gedankengänge in die Astronomie ein. Auf Grund der Beobachtungen der Spektrallinien der sogenannten Sternnebel, ferner Sternsysteme, die unserem Milchstraßensystem entsprechen, entwickelten Hubble, de Sitter, Eddington, Lemaître die Theorie eines sich „ausdehnenden Universums“: es gibt nicht unendlich viele, sondern nur eine sehr große Anzahl von Himmelskörpern und Systemen der Himmelskörper, die einen sphärischen Raum (s. u.) bilden; die Sterne je einer Milchstraße werden durch die Gravitationskraft zusammengehalten, aber die Milchstraßensysteme entfernen sich immer weiter voneinander.

Wir wollen hier abbrechen und die zweite Entwicklungslinie von der Quantentheorie Plancks (1900) bis zur Atomphysik von heute (Heisenberg 1926) zurückstellen, um zunächst nach der Bedeutung der bis jetzt skizzierten Entwicklungen zu fragen.

Was heißt das, wenn eine physikalische Theorie sagt, der physische Raum sei nichteuklidisch? Nun, wenn Sie gefragt werden, was Sie mit dem Begriff einer Geraden für eine Vorstellung verknüpfen, so werden Sie sagen, es sei eine Linie, auf der Sie nach entgegengesetzten Richtungen ohne Richtungsänderung nach rechts oder links, nach oben oder unten, unendlich fort-schreiten können; ziehen Sie zu ihr eine ebensolche Senkrechte, so bestimmen die beiden Geraden eine Ebene; fällen Sie auf diese wieder eine Senkrechte, so ergibt sich der Raum mit seinen Dimensionen der Länge, Breite und Höhe; sucht man für die Beziehungen zwischen den Punkten, Geraden und Ebenen dieses Raumes eine schärfere begriffliche Fassung, so kommt man zu jenen Axiomen, die schon Euklid feststellte und aus denen die Sätze der euklidischen Geometrie folgen. Diesen euklidischen Raum hat auch Kant gemeint, wenn er von dem Raum als der Anschauungsform unserer äußeren Sinne sprach und ihn als a priori bezeichnete, als Voraussetzung für die anschauliche Geometrie und für die Fremdwahrnehmung. Zugleich aber lehrte Kant, daß dieser Raum eben nur eine Form unserer Anschauung sei, nicht ein Ding an sich, und daß auch die räumlichen Eigenschaften und Beziehungen, die Ausdehnung und Entfernung, nicht objektive Eigenschaften und Beziehungen seien, sondern nur Erscheinungen von Eigenschaften und Beziehungen der Dinge an sich.

Wenn nun eine physikalische Theorie sagt, der physische Raum sei nicht-euklidisch, so heißt das, die Zusammenfügung unserer Maßergebnisse liefert Beziehungen, die nicht den Sätzen der euklidischen Geometrie für die anschaulichen Gebilde entsprechen; die also auch nicht restlos in anschaulichen Gebilden vor- und dargestellt werden können, sondern nur mittels gedanklicher Operationen zu berechnen sind. Streng genommen ist also nichteuklidische Geometrie eine Relationslehre. Geometrie haben sie die Mathematiker genannt aus zwei Gründen: 1. Man kann ihre Be-

ziehungen annähernd durch diejenigen der anschaulichen Geometrie darstellen und vorstellen, wenn man in verhältnismäßig kleinen Bereichen bleibt. 2. Auch die nichteuklidische Geometrie nennt ihre Elemente Punkte, kennzeichnet sie durch drei Veränderliche x , y , z und faßt sie zusammen zu Punktreihen, die sie „Gerade“ nennt, und zu Punktfeldern, die sie „Ebenen“ nennt. Die Beziehungen zwischen diesen Elementen sind analog denjenigen auf einer krummen Fläche, z. B. entspricht in der „sphärischen Geometrie“ einer „Ebene“ das Bild einer Kugeloberfläche, die „Geraden“ kann man sich vorstellen als Hauptkreise auf ihr. Den Raum als Ganzes aber kann man sich anschaulich nicht mehr vorstellen. Man kann sich auch nicht vorstellen, wie ein Lichtstrahl in sich zurückkehren soll, ohne von seiner Richtung nach rechts oder links, oben oder unten abgewichen zu sein. Man müßte eine 4. Dimension annehmen, durch die er hindurchgegangen und aus der er zurückgekehrt wäre. Aber dieser 4. Dimension gegenüber versagt unser Anschauungsvermögen.

Wir müssen also sagen: Wenn die nichteuklidische Geometrie die physikalisch-astronomischen Beziehungen besser wiedergibt als die euklidische, so kann ich diese Beziehungen entweder überhaupt als nur rechnerisch zu behandelnde Relationen betrachten, die nur im kleinen Bereich den anschaulichen entsprechen, oder die physische Mannigfaltigkeit würde zur Darstellung ein Kontinuum von 4 Dimensionen beanspruchen, von denen aber nur 3 meiner Anschauung zugänglich sind. Man hat die Verwendung der nichteuklidischen Geometrie gelegentlich als unverträglich mit der oben erwähnten Lehre Kants bezeichnet. Damit wird man weder Kant noch dieser Entwicklung gerecht. Wir haben vielmehr dank unserer Raumanschauung, in der uns die Dinge erscheinen, Beziehungen erschlossen, die nur teilweise oder annähernd den anschaulichen entsprechen, diese scheinen den objektiven Beziehungen der Dinge mehr angepaßt zu sein, aber über das Wesen der Dinge an sich können wir darum immer noch nichts sagen.

Dies jedenfalls hat uns die Entwicklung eindringlich wieder zu Gemüte geführt, daß wir die Erscheinung der Dinge im Raum nicht für bare Münze nehmen dürfen, und daß wir unsere Vorstellung von einem nach allen Richtungen sich ins Unendliche erstreckenden Raum nicht kritiklos als für die Wirklichkeit verpflichtend betrachten dürfen, daß uns überhaupt die Mannigfaltigkeit der Dinge nur in räumlichen Bildern erscheint, und daß unsere gedanklichen Möglichkeiten weiter reichen als unsere sinnlichen.

Schwieriger noch liegen die Dinge in bezug auf das Zeitproblem. Nach der speziellen Relativitätstheorie fallen die Urteile verschiedener Beobachter über die Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse verschieden aus je nach ihrem Bewegungszustand. Aber muß es nicht eine absolute Gleichzeitigkeit geben, wenn es überhaupt eine reale Zeitigkeit gibt? Kant hat die Zeit wie den Raum als Anschauungsform erklärt, aber immerhin eben als die unseres inneren Sinnes. Nichtsdestoweniger spricht er ihr auch eine „absolute Realität“ ab, auch sie ist keine „den Dingen objektiv anhängende Bestimmung“ (Kritik der reinen Vernunft); für Wesen, die mich ohne diese Bedingung der Sinnlichkeit anschauen könnten, käme auch die Vorstellung einer Veränderung nicht vor. Nun, für solche Wesen würde die Relativitäts-

theorie kein Problem bieten: Die Welt wäre eben, in der Sprache der Mathematik ausgedrückt, eine vierdimensionale Mannigfaltigkeit, von der jedem Wesen von der Eigenart des Menschen immer je nur ein dreidimensionaler Ausschnitt als Raum ins Bewußtsein tritt. An sich wäre es eine eleatisch unveränderliche Welt: eigentlich ist immer alles schon und alles ist noch. Nur wir würden so angelegt sein, daß wir längs der „Weltlinie unseres Leibes“, der auch zu der unveränderlichen schlechthin seienden Welt gehörte, je einen Ausschnitt erleben bzw. nacherleben. Aber kommt da nicht doch schon wieder die Zeit durch die Hintertüre herein? Oder können wir ohne Widerspruch sagen, für uns wäre nacheinander, was für Gott gleichzeitig-dauernd ist? Wie immer, können wir auch noch so weit gehen, wenn es eine wirkliche Freiheit gibt? Ist uns nicht mindestens durch diese, durch die Aufeinanderfolge freier innerer Entschlüsse und nach außen wirksam werdender Handlungen die Zeitigkeit als objektiv den Dingen zugehörige Beziehung und damit die absolute Gleichzeitigkeit als Denknotwendigkeit daraus verbürgt? Man müßte schon auch das Erlebnis unserer zeitlichen Entscheidungen für Schein halten. Es mag sein, daß Kant und Schopenhauer ein solcher Gedanke vorschwebte, als sie den intelligiblen Charakter einführten. B. Bavink steht ihm jedenfalls nahe: Wir erleben je als „jetzt“ die Ordnung unserer zeitlos getroffenen Entscheidungen. Allein was wollen wir damit für eine Bedeutung verbinden? (Eine ganz analoge Schwierigkeit ist für die Theologie die Vereinbarkeit unserer Willensfreiheit mit Gottes Allwissenheit¹.)

Wir kommen also zutiefst in die Transzendenz, das ganze Problem von Sein und Zeit rollt sich auf, wenn wir die letzten Konsequenzen verfolgen, zu denen eine ernst genommene Relativierung der Gleichzeitigkeit führen würde: inwiefern und inwieweit ist die Welt überhaupt zeitlich?

Aber brauchen wir überhaupt so weit zu gehen? Zwingt uns die Relativitätstheorie, zwischen ihr und der Preisgabe wahrer Gleichzeitigkeit, also realer Zeitigkeit überhaupt zu wählen? Sie zwingt uns nicht. Wir können uns weiter nicht nur als Wesen mit Zeitanschauung, sondern auch als objektiv zeitliche Wesen betrachten, denn für die Relativierung der Werte und Beziehungen von Raum- und Zeitmessungen ist ja die Eigenart der Übermittlung durch Lichtsignale verantwortlich. Nur dürfen wir uns nicht auf die bequeme Ausrede zurückziehen, es handle sich also bloß um Konventionen, die wir der Natur aufgedrängt haben. Die Natur läßt sich nichts aufdrängen; gerade die Bewährung der Relativitätstheorie und ihre innere Geschlossenheit würden unverständlich, wenn sie nur eine Fiktion wäre. Wenn wir sie nehmen, wie sie ist, müssen wir davon ausgehen, daß das Licht in verschieden bewegten Räumen sich mit derselben Geschwindigkeit aus-

¹ Allwissenheit hieße dann: Wissen um alle Möglichkeiten, Vorauswissen, wie wir das „makrophysikalische“ Geschehen vorauswissen, Vorauswissen seiner Führung, Wissen unserer „geheimsten“ Gedanken, ehe wir ihre Folgen wissen.

breitet, das heißt aber, daß es selbst noch nicht etwas Materielles ist, sondern erst einen potentiellen Charakter trägt, und daß die Ausbreitung der Potenz übersystemal ist und gegenüber der aktuell erscheinenden Wirklichkeit eigentlich eine Dimension mehr in Anspruch nimmt, als unseren Sinnen zugänglich ist. Wahrhaft gleichzeitig wäre dann, was die Theorie das „raumartige“ Gebiet nennt, der Inbegriff der verschieden bewegten gleichberechtigten Systeme, man könnte es den „Äther“ heißen, mit dessen Problematik die Frage ja eng zusammenhängt. Die endgültige Lösung des ontologischen Problems dürfte im Zusammenhalt der Relativitätstheorie und Quantenmechanik zu suchen sein.

Wo wir das Universum als Ganzes betrachten, in den kosmologischen Theorien, kommt ja wieder eine sog. absolute Zeit zum Vorschein, nämlich diejenige, in der das Universum sich ausdehnt. Das Problem für eine Naturphilosophie würde also sein, den Einbau der speziellen Relativitätstheorie in diese kosmologische Entwicklung vorzunehmen. Ein Vorschlag in dieser Richtung würde aber hier zu weit führen.

Wenden wir uns nun der zweiten Entwicklungslinie zu, die vielleicht für die Philosophie noch folgenschwerer ist! Sie ist ausgegangen von M. Plancks Einführung von Energiequanten, hat ihre Fortsetzung gefunden in N. Bohrs Atommodell (ein positiv geladener Kern, um den die negativ geladenen Elektronen in ausgezeichneten Bahnen kreisen), in A. Sommerfelds Verfeinerung dieses Modells (elliptische Bahnen, Anwendung der Formeln der Relativitätstheorie auf die Bewegung) und hat einen gewissen Abschluß gefunden durch die Arbeiten von De Broglie und Heisenberg.

Was uns hier interessiert, betrifft vor allem die Kategorien der Substanz und Kausalität. Für die klassische Physik war die Masse der Körper die Substanz, die Kräfte repräsentieren die Kausalität. Nun müssen wir sowohl dem Licht wie der Materie eine Doppelnatur zuschreiben, einen Wellen- und einen Korpuskelcharakter. Wie aber kann dasselbe zugleich Welle, also ausgebreitet im Raum, und Korpuskel, also im Raum lokalisiert sein? Der Widerspruch ist unlösbar, wenn wir nicht annehmen, daß Wellen- und Korpuskeldasein nicht vom gleichen Seinsrang sind, daß die Welle nur die vorgesehene Möglichkeit für das Auftreten von Korpuskeln, dieses selbst aber die Erfüllung der Potenz bedeutet. Diese Entwicklung und das von ihr aufgeworfene Problem verbindet sich nun mit einem anderen: Wir können, das ist die Grundlage der Atomforschung geworden, nicht mehr behaupten, daß der nachfolgende Zustand je eine zwangsläufige Folge des vorausgehenden ist, daß also durchgängig die Kausalität gilt. Ja, es gibt eine Reihe von Hinweisen, die speziell von Pascual Jordan herausgearbeitet worden sind, dafür, daß wir in der Mikrophysik an der Grenze der Kausalität angelangt sind, daß ein Unbestimmtheitsmoment also im Naturgeschehen liegt, das in der sog. Unsicherheitsrelation Heisenbergs seine zahlenmäßig angebbare Begrenzung findet; denn ganz willkürlich chaotisch vollzieht sich der Übergang von einem Zustand in den anderen natürlich

nicht, sonst könnten wir überhaupt keine Forschung treiben; es gelten vielmehr Wahrscheinlichkeitsgesetze, aber sie sind die letzten, zu denen die Physik kommen kann. Der Übergang vom potentiellen (Wellen-) zum aktuellen (Korpuskel-)Seinsrang vollzieht sich also im Rahmen eines Spielraums, aber zugleich einer überindividuellen Ordnung².

Das rührt an die Grenzen unseres Materiebegriffs überhaupt, es liegt, ohne daß die Grenzen zwischen den Naturreichen verwischt zu werden brauchen, nahe, die letzten Elemente der Materie nicht mehr als rein toten Stoff zu betrachten. Die klassische Anschauung sah die Atome und nach Bekanntwerden der Radioaktivität wenigstens die Atombestandteile als unzerstörbare Substanz an. Nun hat schon die Relativitätstheorie zu der Gleichung $\text{Energie} = \text{Masse} \times \text{Quadrat der Lichtgeschwindigkeit}$, also $\text{Korpuskelmasse} = \text{geballte Energie}$ geführt und die Mikrophysik nimmt denn auch die Umwandlung von Masse in Strahlungsenergie an. Bei der künstlichen Radioaktivität stellen wir solche Verwandlungen fest. Die Masse löst sich also sozusagen auf.

Nun hat sich in allerneuester Zeit vielleicht noch die allermerkwürdigste Entwicklung vollzogen, ein Umsturz kann man sagen in der wissenschaftlichen Kosmogonie, die mehr oder weniger immer wieder an die Kant-Laplacesche Theorie anknüpfte und sie zu verbessern suchte. Pascual Jordan hat einen von Henri Poincaré schon einmal erörterten, aber aus pragmatistischen Gründen nicht weiter verfolgten Gedanken aufgenommen, daß nämlich die Naturgesetze selbst altern, ja daß auch die Naturkonstanten Funktionen der Zeit seien, und daß die Elemente der Masse erst entstehen. Das ist freilich eine sehr hypothetische Theorie, um die Unstimmigkeiten und Widersprüche zu vermeiden, in die man sich verwickelt, wenn man von der Unveränderlichkeit der Weltmasse, der Weltkonstanten und der Naturgesetze ausgeht. Wie immer man zu dem hypothetischen Aufbau im einzelnen steht, die große Bedeutung liegt darin, daß hier zum erstenmal die Naturgeschichte wirklich als eine Natur-Geschichte betrachtet wird. Philosophisch freilich ist die Lehre noch nicht fundiert, hier liegt noch eine große Aufgabe vor.

Wenn man nun alles zusammenhält, die Äquivalenz von Masse und Energie, das Ätherproblem, die Lehre von der Doppelnatur, die Unsicherheitsrelation und den Wahrscheinlichkeitscharakter der Letztgesetze und endlich diese Kosmogonie, so wird man dazu geführt, das Auftreten als Korpuskel überhaupt als Aktualisierung eines potentiellen Zustandes zu betrachten. Das vierdimensionale Kontinuum der Relativitätstheorie würde dann den derzeitigen Rahmen für die Einzelgeschehnisse im Kleinen darstellen, die sich innerhalb eines Spielraums von Unbestimmtheit vollziehen. Bedeutet nun die notwendig werdende, hier nur andeutungsweise skizzierte

² Vgl. des Verfassers Aufsatz über „Kausalität und Freiheit in der Physik“ in den „Naturwissenschaften“ 1940.

neue Ontologie der Physik — „das Innere der Natur“ drückt sich aus durch Prägung der Metrik des Weltkontinuums, die „Wellen“ sind erst die potentielle Vorstufe, die das Auftreten von Korpuskeln innerhalb eines angebbaren Rahmens von Unbestimmtheit vorbestimmt, — bedeutet das nicht eine überraschende Entmaterialisierung unserer Materievorstellung? Eine Synthese von Realismus und Idealismus scheint für eine künftige Metaphysik nahegelegt. Was aber bedeutet diese Entwicklung über die Naturwissenschaft und Naturphilosophie hinaus?

Wiederum liegen die Dinge analog wie in der „klassischen“ Physik, aber diesmal mit umgekehrten Tendenzen: Wie jene nicht zum Mechanismus in der Biologie, zum Parallelismus im Leib-Seele-Problem, zum Atheismus oder Deismus in der religiösen Weltanschauung führten mußte, aber praktisch zu ihnen geneigt machte, so kommen die neuen Entwicklungen dem Vitalismus, der psychophysischen Wechselwirkungslehre und der theistischen Gottesvorstellung entgegen. Speziell liegt es nahe (und dieser Gedanke ist insbesondere durch Jordan eingeleitet worden), das Lebensgeschehen dahin zu verstehen, daß eine führende Macht, die man nach dem Vorgang von Driesch Entelechie nennen würde, sich der Unbestimmtheit in der stofflichen Natur bedient und daß unter ihrem Einfluß auf die anorganischen Vorgänge, die sonst, sich selbst überlassen, in sinnfreier Weise von einem Zustand in den anderen übergegangen wären, ein ganzheitliches Gebilde und Geschehen entsteht. Und eine entsprechende Führung mag die Seele zum leiblichen Ausdruck ihrer Regungen und Umsatz ihrer Willensinhalte in Handlungen üben. So würden die neuen Lehren in einen Stufenbau der Wirklichkeit sich einfügen. Auf noch weitere Perspektiven einzugehen, verbietet hier der Raum.

Es wäre noch manches zu berichten: aus der Physik des Kleinen über die ganzheitlichen Gebilde auch in der Physik, über die überindividuelle Gesetzlichkeit z. B. des Paulischen Prinzips, wonach keine zwei Elemente Träger der gleichen Quantenmerkmale (Quantenzahlen) sein können, aus der Physik des Großen über die immer noch nicht endgültig geklärte merkwürdige Ordnung unseres Sonnensystems, die das Titius-Bodesche Gesetz ausdrückt und die wie eine gewisse Ganzheitlichkeit anmutet, über die Ausdehnung des Universums und über die Jeans'sche kosmologische Theorie, nach der Sonnen mit Planetensystemen eine seltene Ausnahme sind und einem Planeten wie der Erde, auf dem obendrein die große Zahl notwendiger Bedingungen für die Möglichkeit des Lebens erfüllt sind, eine, wenn nicht singuläre, so doch ausgezeichnete Stellung zukäme. Verselbständigungs- und Ganzheitstendenz scheinen die Welt zu durchziehen. Aber wir wollen unseren Überblick schließen. Es sind ohne Zweifel tiefe und letzte Gedanken und Fragen, denen wir wieder nahegebracht worden sind, und wenn sie auch nicht nur von der immer hypothetischen Wissenschaft aus zu entscheiden sind, wenn wir uns auch hüten wollen vor einer vorschnellen Festlegung auf diese und jene Theorien, so liegen in ihnen doch nicht von

der Hand zu weisende Hinweise, die im Zusammenhalt mit denen anderer Wissenschaften zu einem verantwortbaren neuen Weltbild führen können; vor allem aber zeigen uns diese Entwicklungen, daß wir nicht festgelegt sind auf das Weltbild von gestern, sie haben also zum mindesten eine außerordentliche Auflockerung und Aufgeschlossenheit gegenüber anderen Möglichkeiten als denen gebracht, die uns früher zu Gebote standen.

Das Weltbild von morgen aber, das läßt sich schon heute mit Bestimmtheit sagen, wird mit den Seinsbegriffen der Potenz, der Aktualität, der Ganzheit rechnen müssen, die Metaphysik von morgen wird ein Moment der „Freiheit“ auf allen Schichten der Wirklichkeit (d. h. auf untermenschlicher Stufe Willkür oder sagen wir Kontingenz im Werden, in der Bestimmung des noch Unbestimmten) in Betracht ziehen müssen und anderseits einen übergreifenden Weltzusammenhang nicht aus dem Auge verlieren dürfen. Ein mächtiges Material liegt vor für die Philosophie eines kritischen Realismus, eine Philosophie, die zugleich den Weg von unten, von der Erfahrung aus, von innen, von der Besinnung auf uns selbst, und von oben, von einer Entscheidung her zu geben hat, einen Weg von den Grenzen der Wissenschaft an die Grenzen der Religion, in Vorsicht und Kühnheit, mit Mut und Bescheidung!