Folgerungen aus dem neuen physikalischen Weltbild

Autor(en): **Fichter, Rudolf**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

Band (Jahr): **18 (1943)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-585460

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

10.

FOLGERUNGEN AUS DEM NEUEN PHYSIKALISCHEN WELTBILD*)

von

RUDOLF FICHTER

Es ist kein Zweifel, daß wir heute in einer weltanschaulichen Krise ersten Ranges stehen. Sie ist es, die oft verheerender als materielle Schädigungen wirkt, und aus ihr einen Ausweg zu finden, ist zur Zeit eine fundamental wichtige Aufgabe. Auch in der Wissenschaft ist diese Krise deutlich zu spüren, aber nicht erst seit gestern gehen hier friedliche, aber deshalb nicht minder wichtige Evolutionen vor sich. Schon zu Beginn des Jahrhunderts hub eine ganz neue Entwicklung an, und deren Auswirkungen sind es, mit welchen wir uns auseinanderzusetzen haben. Ist es verwunderlich, daß in einer Zeit, die so offensichtlich in vielen Köpfen wieder die Alles erklärende und Alles verstehende Auffassung des Mechanismus neu aufleben läßt, andere sich davon angewidert fühlen und sich in einen Mystizismus hineinflüchten? So falsch wie das Eine, so unerfreulich und unproduktiv ist das Andere. Die Zeitschriften füllen sich wieder mehr mit astrologischen Spalten und ernten damit klingenden Erfolg. Leute, welche auf Jahrhunderte — ja Jahrtausende — alter Erfahrung und Entwicklung fußende wissenschaftliche Gebäude auf den Kopf stellen wollen, werden verehrt als Künder eines neuen Geistes. Beides, die Ausflucht in eine Welt des Aberglaubens und des Verkennens des wunderbaren Aufbaus wahrer Wissenschaft, und die Verherrlichung eines Alleswissens sind deutlicher Ausdruck des tastenden Suchens nach neuen, positiven geistigen Werten. Es gibt Wissenschaften, in welchen diese geistige Um-

*) Nach einem vor der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen am 10. 1. 42. gehaltenen Vortrag „Neue Grundlagen wissenschaftlicher Forschung".

wandlung schon längst in vollem Gange ist. Da ist vor allem die Physik als Urbild aller exakten naturwissenschaftlichen Forschung zu nennen. Es wird daher im Folgenden sehr viel von ihr die Rede sein, denn es sind auch in erster Linie die Physiker, die immer mehr in diese Materie eingedrungen sind und sich über diesen Umwandlungsprozeß Gedanken gemacht haben.

Die Physik ist mit ihrem mathematischen Gerüst zusammen die weitaus bestausgebaute, eigentliche Wissenschaft, abgesehen von der Mathematik, die die Schule der Methode ist, die in Formeln gekleidete Logik. Die neue Entwicklung in der Physik entstand mit der Einführung des Wirkungsquantums durch PLANCK, und bleibt für immer an die Namen: BOHR, SCHRÖDINGER, HEISENBERG, PAULI, SOMMERFELD, DIRAC, FERMI und JORDAN geknüpft. Sie ist beispiellos und revolutionär. Sie nimmt immer mehr auch in Nachbarwissenschaften und in den biologischen Disziplinen überhand, eröffnet völlig neue Aspekte und ist in ihrer Wirkung auf die Menschheitsgeschichte noch unabsehbar.

Schon 1926 schrieb BAVINK: „Der neue Idealismus nach dem sich die Welt nach der langen Trockenperiode des Materialismus sehnt, wird nicht neben oder trotz den realen Wissenschaften, sondern durch sie hindurch uns erwachsen. Ohne naturwissenschaftliche Grundlage gibt es heute keine Philosophie mehr."

Es ist also wohl möglich, daß sich hier der Ausweg aus unserer Krise finden läßt, denn die 40jährige Geschichte der neuen Auffassungen brachte schon so viel fruchtbare Ergebnisse, daß sie niemals in ihrer noch zu erwartenden Wirkung unterschätzt werden darf.

Um sich über die Art der modernen Gedanken klar zu werden, muß man sich einerseits mit den Grundlagen wissenschaftlicher Forschung überhaupt beschäftigen und andererseits den Auswirkungen der neuen, experimentell gewonnenen Ergebnisse nachgehen.

Es erhebt sich zuerst die Frage, was überhaupt Wissenschaft sei. Sie ist die Suche nach der Wahrheit, nach einer vollkommenen Einheit, von deren Existenz Jeder überzeugt ist. Sie ist Betrachtung in dem Sinn, als der betrachtete

Gegenstand nur den Anlaß dazu gibt, das zu sehen, was im Grunde schon zum voraus gewußt war. Der Sinn für die Wahrheit ist Jedem angeboren und gehört zu jedem Menschen, auch wenn sich nicht Jeder dessen bewußt ist. Dieser Sinn dafür ist das ewige Streben nach dem Guten und Schönen in uns.

Die Suche nach der Wahrheit geht nach einer ganz bestimmten Methode vor sich: Der Wissenschaftler zieht aus seinen Erfahrungen, Beobachtungen und Erlebnissen auf deduktivem Weg logische Schlüsse. GALILEI war eigentlich der Erste, der streng diese Methode befolgte. Er war der Erste, der Experimente machte und seine Weisheit nicht einfach aus den geistreichen Betrachtungen der antiken Philosophen bezog, wie vor ihm die ganze mittelalterliche Scholastik. GALILEI erfaßte in voller Schärfe das Wesen der Naturgesetze in mathematischer Gestalt. Das den Ablauf des Naturvorgangs exakt beschreibende Gesetz tritt an die Stelle der aristotelischen „Formen". ARISTOTELES suchte — und fand nach seiner Ansicht — noch den Grund, warum der Stein auf den Erdboden fällt. GALILEI lehnt Frage und Antwort ab und ergründet nur, wie der Stein fällt, und dies ist auch noch der heutige Standpunkt. So bescheiden ist der heutige Forscher gegenüber den alten Griechen und den Scholastikern geworden.

Mit GALILEI und später mit NEWTON tritt an die Stelle des organisch-magischen das mechanistische Weltbild, aus dem sich dann im 19. Jahrhundert die Technik entwickelte. Die exakte Wissenschaft erklomm auf Grund ihres Hilfsmittels Mathematik mit NEWTON, DESCARTES und LEIBNIZ ungeahnte Gipfel und erreichte wohl ihren höchsten mechanistischen Ausdruck, als die Methode so überragend schien, daß LAPLACE seinen „Geist" ausdachte, ein höheres Wesen, das die Fähigkeit haben sollte, alle Rechnungen, zu deren Lösung die Menschen unendlich lange Zeit benötigten, in beliebig kurzer Zeit auszuführen. Das ganze Weltgeschehen wurde auf Kräfte zurückgeführt, die ihren mathematischen Ausdruck in Differentialgleichungen zweiter Ordnung finden. Der LAPLACE'sche Geist soll dann alle Differentialgleichungen für jede beliebige Zeit auflösen können und sieht somit in alle Zukunft und Vergangenheit des streng determinierten und kausal vor sich gehenden Weltenablaufs. Zu dieser geistreichen Auffassung kam dann im letzten Jahrhundert die rasende Entwicklung der Technik, die heute noch unvermindert anhält,

und erst recht bei vielen die Ansicht nährt, alles könne verstanden werden.

Da man seither eingesehen hat, daß es unmöglich ist, alles zu erklären, daß es insbesondere nicht geht, die mikrokosmischen Erscheinungen auf diese Weise zu verstehen, kommt man auf die Frage, was überhaupt erklären heißt. „Erklären" bedeutet Erkennen der (schon besprochenen) alleinigen und einheitlichen Wahrheit. Woher wissen wir nun, daß unsere Beobachtungen und Erfahrungen, auf deren Grund wir die Wissenschaft aufbauen, auch „wirklich" und „wahr", d. h. eben Teilstücke dieser gesuchten Wahrheit sind? Wir können ja auch Sinnestäuschungen zum Opfer fallen. Als Grundlagen der Forschung sind nur solche Vorkommnisse und Erlebnisse brauchbar, die von allen Menschen gleich beurteilt werden. Ein solches Erlebnis ist z. B. der unbeweisbare Satz, daß $2 \times 2 = 4$ sei. Dies kann sicherlich jedermann nach genügender Vorbereitung (d. h., vorausgesetzt, daß er überhaupt zählen kann) klar gemacht werden. Eine Geisteshaltung, die dem entspricht, geht auf den Positivismus (AUGUSTE COMTE und Physiker MACH) zurück und behauptet, unsere Sinneseindrücke seien die primären Erlebnisse, auf die man eine exakte Wissenschaft aufbauen kann. Es hat keinen Sinn, nach dem Wesen einer Tatsache zu fragen, sondern nur nach den Beziehungen zu andern Tatsachen. Die Wissenschaft versucht nun, die Erlebnisse zu ordnen, zusammenzufassen, unter gemeinsamen Gesichtspunkt zu bringen und ihre Gesetzmäßigkeiten und Beziehungen zu entdecken, um dann neue Phänomene voraussagen zu können, — savoir pour prévoir —. In der Physik bestehen diese Erlebnisse z. B. aus Ablesungen eines Instrumentenzeigers, oder aus Schwärzungsmessungen auf einer photographischen Platte. Dazu wird nun nach Möglichkeit ein Schema von Formeln und Gesetzen konstruiert, das auch weitere Schlüsse zu ziehen gestattet. Damit ist jedoch bereits unser Können erschöpft, Das symbolische Bild, das wir uns von den Dingen machen, ist unsere einzige Erkenntnis!

Wir nennen dieses Formelschema, das meistens, insbesondere in der „klassischen" Physik, einen bestimmten Vorstellungsinhalt besizt, unser Modell. Das Modell kann nicht richtig oder falsch, sondern nur brauchbar oder unbrauchbar sein. Über seine

Brauchbarkeit entscheiden Experimente auf Grund seiner weiteren logischen Konsequenzen. Ob außerhalb dieses Modells noch eine reale Außenwelt existiert oder nicht, können wir nicht entscheiden, aber es spielt für unsere Forschungen auch gar keine Rolle, wir tun stillschweigend so „als ob". Man braucht diese Überzeugung, damit man annehmen kann, daß alle Beobachtungen derselben Größe unter denselben Bedingungen eigentlich dasselbe liefern sollten. Das Charakteristische an der Außenwelt ist für uns eben ihre Eindeutigkeit. Für alle Forschungen und Experimente ist es aber völlig ausreichend, daß alles so vor sich geht, wie wenn die Außenwelt wirklich existierte. Die Grundlage der Forschung ist das, was man erlebt und was andere auch erleben, und was man daraus folgern kann. Die „Wahrheit" ist in diesem Sinne die Asymptote der Forschung. Je genauer und feiner die Meßmethoden werden, desto mehr nähert man sich einem ganz bestimmten Wert für eine zu messende Größe. Diesen Vorgang der asymptotischen Näherung kann man beim Durchgehen der Geschichte der Wissenschaft bei allen Naturkonstanten beobachten. Die Werte lagen vielleicht zuerst zu hoch, dann zu tief, aber die Differenzen vermindern sich immer mehr im Laufe der Zeit. Der asymptotische Wert ist der wahre Wert.

Niemals dürfen wir den Fehler machen, ein Scheinproblem mit einem sinnvollen zu verwechseln. Nur auf sinnvolle Fragen erhält man sinnvolle Antworten, auch von der Natur. Wenn die mittelalterlichen Scholastiker darüber streiten konnten, wie viel Körner eine Ansammlung von Weizen haben müsse, bis man von einem Haufen sprechen könne, so beruht dieses Problem auf einer sinnlosen Annahme, nämlich auf der, man habe erkenntnismäßig etwas gewonnen, wenn der Name einer Sache bekannt sei. Eine Parallele zu diesem mittelalterlichen Wortglauben bildet heute noch der Glaube mancher primitiver Völker. In ihren Kulturen ist es nämlich oft von großer Bedeutung, den Namen der bösen und guten Geister in Erfahrung zu bringen, denn nach der primitiven Auffassung ist die Kenntnis der Namen grundlegend für die Beherrschung der Geister. Aber das wird wohl niemand als wissenschaftliche Erkenntnis bezeichnen.

Es lohnt sich, noch etwas näher auf das Modell einzugehen, das vorerst der einzige Inhalt unserer Erkenntnis

sein kann. PYTHAGORAS und seine Schule suchte die Welt als ein harmonisches Ganzes zu verstehen, dessen Ausdruck eben in einfachen Zahlenbeziehungen sich äußert, wie z. B. in den Akkorden der Musik als Verhältnis der Tonhöhen. Auch KEPLER sah den höchsten Ausdruck göttlichen Willens in den von ihm als erstem berechneten Planetenbahnen und ihren zahlenmäßig einfachen Beziehungen und wollte sie in Beziehung zu den regulären Polyedern bringen. Ist es nicht viel mehr so, daß unsere Mathematik der Welt und ihren Erscheinungen angepaßt ist? Unsere Denkweise entspricht eben der Außenwelt, denn wir sind doch alle Teile der einen Welt. Wenn man übrigens das formelmäßige Modell der kleinsten und im Grunde einfachsten Bausteine der Materie betrachtet, so hat man nicht mehr gerade den Eindruck besonders einfacher Verhältnisse, und hier wäre es oft erwünscht, eine andere, angepaßtere Mathematik zu besitzen.

Das Modell enthält nichts Unbekanntes oder Rätselhaftes, sondern nur das, was wir hineingesteckt haben. So ist als Beispiel aus der Mathematik die Zahl $i = \sqrt{-1}$ zu nennen, die zum Verständnis immer gewisse Schwierigkeiten bereitet und bei ihrer Einführung immer wieder als etwas Geheimnisvolles angesehen wurde. In Wirklichkeit stellen die imaginären Zahlen nur ein für bestimmte Zwecke gut brauchbares mathematisches Symbol dar, ein nützliches Hilfsmittel ohne irgendwelche metaphysische Bedeutung.

Unsere Erkenntnis hat aber auch in der Naturwissenschaft nie das sinnliche Gewand der Dinge zum Gegenstand, denn sie sucht doch unter Beschränkung auf das Außenbild die wirkliche Welt, das Leben selbst, obwohl sie sich im Modell erschöpft. Wird die sinnliche Gestalt der Welt zum Symbol der Vollendung, so sind wir in ästhetischer Betrachtung befangen.

Zum besseren Verständnis ist es — wie schon angedeutet — notwendig, sich über die theoretischen Auswirkungen der empirisch gewonnenen Ergebnisse der Atomphysik Klarheit zu schaffen. Die erkenntnismäßig wichtigen Ergebnisse der neueren Theorie, insbesondere der Wellenmechanik, sind folgende:

1. Diskontinuität. Jeder Körper ist diskontinuierlich aufgebaut, wenn auch unsere modernen Atome, die also, wohl verstanden, Symbole für einen Tatbestand sind, der so aussieht „als ob", nicht zu verwechseln sind mit den Atomen DEMOKRIT'S. Sie sind bekanntlich weiter teilbar und enthalten einen Kern und einen Schwarm von Elektronen darum herum.

2. Unbestimmtheit (Indetermination). Die Elektronen, die wir in der Hülle des Atoms finden, sind besonders interessante Körper. Sie weisen ganz merkwürdige Eigenheiten auf: Die Bahn, die sie bei ihrer Bewegung beschreiben, ist insofern sehr unbestimmt, als es unmöglich ist, zu derselben Zeit ihren Ort und ihre Bewegungsgröße resp. Geschwindigkeit genau festzustellen. Eine der größten Entdeckungen der letzten Jahrzehnte auf dem Gebiete der Physik ist nun die: Diese Unbestimmtheit ist grundsätzlich vorhanden und in der Sache selbst bedingt und nicht etwa in der Ungenauigkeit unserer Meßmethoden. Hier versagen alle Vorstellungsversuche, und was übrigbleibt ist eben nur ein Formelschema, unser Modell, das in allen Konsequenzen mit der Erfahrung übereinstimmt. Diese Gesetzmäßigkeit formelmäßig ausgedrückt heißt Unbestimmtheitsrelation und ist nicht nur auf Elektronen beschränkt, sondern gilt durchaus universell, wenn sie auch nur im kleinsten Mikrokosmos merklich zur Auswirkung kommt. Im Idealfall kann man natürlich den Ort eines Elektrons beliebig genau feststellen, aber dann ist es nicht mehr möglich zu sagen, welche Geschwindigkeit zwischen Null und Lichtgeschwindigkeit es besessen hat.

Was uns unser Modell, die Wellenmechanik, liefert, sind nur Aufenthaltswahrscheinlichkeiten, das sind Angaben über die Wahrscheinlichkeit, ein Teilchen, an diesem oder jenem Ort zu finden. Mathematisch gesprochen besteht das Modell eines solchen Körperchens, z. B. eines Elektrons, aus Wellenfunktionen, und diese Wahrscheinlichkeitswellen sind das Primäre und für uns das einzig „Reale".

3. Mangel an Individualität. Zu der Unbestimmtheit kommt dazu, daß die Physiker eine Menge Erscheinungen, die in der Wirkung von Elektronen beruhen, so z. B. die Elektrizitätsleitung in Metallen, nur verstehen und in ein vernünftiges Modell einbeziehen können, wenn sie annehmen, daß die Elektronen einer ganz besonderen Statistik (d. h. Formelschema beim Zusammenwirken vieler gleicher Teilchen) gehorchen, die

stark abweicht von der klassischen Vorstellungsstatistik in der Thermodynamik (kinetische Gastheorie). Eine Folge davon ist merkwürdigerweise ein geringerer Grad von Individualität der Elektronen. Mit andern Worten: Elektronen lassen sich nicht numerieren, d. h. nach einem Zusammenstoß ist es grundsätzlich unmöglich, noch festzustellen, woher welches Elektron stammt.

4. Komplementarität. Eine weitere beachtenswerte Eigenschaft kleiner Teilchen ist ihr Auftreten in verschiedenen Gewändern. Elektronen oder Lichtteilchen (Photonen) können in vielen Experimenten wie Geschosse oder kleine Kügelchen wirken, lassen sich jedoch in andern Vorgängen wieder nur als wellenförmige Fortpflanzung von Energie auffassen. Man kehrt damit teilweise wieder zu der alten Anschauung von NEWTON zurück, der als erster eine Korpuskulartheorie des Lichtes geschaffen hat. Aber wie soll man nun diese beiden Auffassungen, die beide für eine gewisse Art von Experimenten richtig zu sein scheinen, miteinander vereinen? Es war eine der größten Schwierigkeiten, ein mathematisches Formelschema aufzustellen, das beides enthält.

Die Zusammenfassung zweier verschiedener Aspekte in der Theorie selbst übernimmt das sogenannte Korrespondenzprinzip. Es lehrt die Quantenphysik aus der klassischen heraus zu verstehen. Nicht nur, wenn man die wichtigste Universalkonstante der Quantenphysik, das PLANCK'sche Wirkungsquantum h, gegen Null gehen läßt, entsteht die klassische Physik, sondern auch sonst besteht eine weitgehende Analogie. Wenn auch grundsätzlich die beiden Theorien stark voneinander abweichen, so sind doch die konkreten Aussagen oft nahe verwandt.

Die grundlegenden Tatsachen ziehen nun weitgehende Folgerungen nach sich, die eben für die allgemeine Geistesgeschichte von größter Bedeutung sind. Durch die grundsätzliche Unbestimmtheit wird das Problem der Kausalität und der Determination aufgerollt. Das Kausalitätsprinzip läßt sich kurz — wenn auch ungenau — folgendermaßen aussprechen: „Jede Wirkung hat ihre Ursache". Die Wirkung muß nicht unbedingt eine zeitliche Folge der Ursache sein, sondern es gibt auch kausale Zusammenhänge, bei welchen die Zeit keine Rolle spielt. Den Druck, welchen ein Gegenstand auf seine Grundlage ausübt, wird jedermann eine Folge der allgemeinen Gravitation nennen.

Kausalität wird also am besten als Unterordnung des Besondern unter das Allgemeine aufgefaßt. Wegen der Unbestimmtheitsrealation ist der ursächliche Zusammenhang der Ereignisse in der Atomphysik zum mindesten stark abgeschwächt und damit auch die Gültigkeit des Kausalitätsprinzips in Frage gestellt, obwohl man dieses bisher als ganz allgemein gültig ansah. Die Ereignisse sind nicht genau determiniert, sondern stets nur innerhalb einer gewissen Variationsbreite. Bei einem bestimmten Anfangszustand gibt es immer unendlich viel Möglichkeiten innerhalb gewisser Grenzen, da sich eben auch der Anfangszustand nicht genau beschreiben läßt. Es gibt nur die statistischen Gesetze, aber nicht mit der Wahrscheinlichkeit, wie sie z. B. beim Würfelspiel gilt. Da ist nämlich im Grunde alles determiniert durch kleine Unebenheiten und Inhomogenitäten der Würfel und der Tischplatte und durch die Art des Wurfs. Die Vorausberechnung scheitert an der Vielfalt des Problems.

Der Mikrokosmos verhält sich ganz anders. Wir haben eine grundsätzliche Abschwächung der Determination und nicht nur eine scheinbare wie beim Würfeln. Bei einem Menschen wird mit steigendem Alter die Wahrscheinlichkeit, daß er stirbt, immer größer. Ganz anders bei einem Radiumatom: Dieses hat immer genau dieselbe Wahrscheinlichkeit, in der nächsten Sekunde zu zerfallen, unabhängig von Vorgeschichte und Lebensalter.

Es gilt nun, die Folgerungen auf ein Gebiet auszudehnen, wo es zunächst nicht zu erwarten war, auf die biologischen Wissenschaften. In der Biologie erstarkt nämlich je länger je mehr die Ansicht, daß sämtliche Lebensäußerungen auf katalytische Vorgänge und Steuerreaktionen im kleinsten Maßstab zurückgehen. So sind die Muskelbewegungen oder die Empfindungen veranlaßt resp. registriert durch kleinste Vorgänge im Gehirn, die sich chemisch sehr schwer erfassen lassen, wohl aber lokalisiert werden können. Für diese für unser Leben allerwichtigsten Steuervorgänge gelten nach den neuen Anschauungen, die insbesondere von P. JORDAN gefördert wurden, dieselben Gesetze, wie wir sie in der Mikrophysik gefunden haben, da eben die kleinsten Teilchen an den Reaktionen beteiligt sind. Die Biologen und Mediziner kennen heute die

ungeheure Bedeutung, die einige Eiweißmolekeln an einem bestimmten Platz im Körper haben können. Diese sind im Stande, chemische und physikalische Vorgänge zu beschleunigen oder auch so zu verzögern, daß sie überhaupt nicht eintreten.

Besonders gut lassen sich die Verhältnisse bei der Entwicklungs- und Vererbungslehre verfolgen. So sind die Mutationen als spontane Änderungen in der Erbanlage, die für die Bildung neuer Arten verantwortlich sind, und für welche keine Ursache bekannt ist, das schönste Beispiel für nicht determinierte Vorgänge. Hier gilt ohne Zweifel die Kausalität nur noch mit größten Einschränkungen.

Auch die ganze Vererbung wird ja von Zufälligkeiten beherrscht. Die MENDEL'schen Gesetze sind statistische Gesetze. Sie gelten im Durchschnitt und geben Wahrscheinlichkeiten an. Wenn man bedenkt, in wie kleinen Körperchen, den Chromosomen, sämtliche Erbanlagen stecken, wird es tatsächlich plausibel, daß eben auch hier Vorgänge im atomaren und subatomaren Maßstab die entscheidenden Veränderungen und Entwicklungen verursachen, und man wundert sich gar nicht über die Verwandtschaft der hier geltenden Regeln zu denen der Mikrophysik. Die Auflockerung der Kausalität und der Determination äußert sich darin, daß bei der Vererbung eine gewisse Variationsbreite für die Entwicklung des neuen Lebewesens vorhanden ist. Auch in der Entwicklung eines Menschen zeigt sich diese Variationsbreite. Sie ist nicht nur von den mitgegebenen Erbfaktoren bestimmt, sondern auch durch das umgebende Milieu und durch mancherlei andere Umstände. Übersieht man diese Zusammenhänge, so ist die Frage, wieso wir neben dem vererbten und milieubestimmten Leben noch eine gewisse Freiheit des eigenen Handelns und Willens haben, eigentlich schon gelöst.

Leider hat die Biologie das Hilfsmittel der Mathematik für ihre Modelle noch nicht annähernd so auszunützen und auszubauen verstanden wie die Physik. Dies sollte ein Hauptprogramm jeder Art von biologischer Wissenschaft sein: Zurückführen des ungeheuren, beobachteten Materials auf wenige einfache Gesetzmäßigkeiten und Konstruktion eines geeigneten Formalismus. Dem steht als Hindernis natürlich die gewaltige Vielfalt des Gebietes entgegen. In der Biologie ist es z. B. schon schwierig, nur das Forschungsgebiet abzugrenzen, gibt es doch

keine eindeutige Definition des Lebens. Das heute bekannte „Grenzgebiet“ zwischen organischem und anorganischem Dasein sind die Viren. Eine klare Abgrenzung des Begriffs „Leben“ auf Grund von Vorgängen scheint ausgeschlossen zu sein.

Es ist von vornherein klar, daß der Psychologie im Rahmen unserer Betrachtung eine besondere Bedeutung zukommt, ist sie doch als die Wissenschaft vom fremden Innenleben von entscheidener Wichtigkeit überall da, wo es um subjektives Erlebnis eines Andern geht, also vom positivistischen Standpunkt aus bei jeder Ausübung von Wissenschaft überhaupt. Die Erlebnisse sind ja die Grundlage wissenschaftlicher Forschung.

Wenn für die gesamte Biologie subatomare Steuerreaktionen von so großer Bedeutung sind, müssen sie auch in der Psychologie eine maßgebende Rolle spielen. In erster Linie darf man die Äußerungen der grundsätzlichen Abschwächung der Ursächlichkeit im Vorhandensein der Willensfreiheit sehen (wie schon bei der Biologie erwähnt).

Auch die gegenseitigen Beziehungen der Menschen untereinander unterliegen in mancherlei Beziehung den beschriebenen Gesetzen. Nehmen wir z. B. die Kunstbetrachtung. Das Wesen der Kunstausübung besteht ja in der Vermittlung des Gefühls vom Künstler auf den Betrachter auf einem ansprechenden Weg. Ich denke in erster Linie an die Malerei. Ein wirklich gutes Kunstwerk spricht jeden unvoreingenommenen Betrachter auf die gleiche Weise an. Eine bis zu einem gewissen Grad abstrakte, also symbolische, Darstellung findet sich nicht nur in der modernen Malerei, sondern auch bei den anerkannten klassischen Meistern gibt es vollständig abstrakte Züge der Darstellung und Abweichungen von naturgetreuer Malweise. (Die langen Gesichter der Gestalten GRECOS.) Die Verwandtschaft der Kunst zur Wissenschaft liegt in der Vorherrschaft des Symbols. Für LEONARDO DA VINCI war Wissenschaft und Kunst eine Einheit, und auch heute besteht keine so große Spaltung wie man auf den ersten Blick annehmen könnte, wissen wir doch genau, welche Rolle in der Wissenschaft z. B. die Intuition und die Phantasie spielen.

Andererseits ist natürlich die Psychologie von der Naturwissenschaft abzutrennen, obschon die gleichen Gesetze gelten, die eben für die ganze Welt gelten. Denn diese betrachtet doch das fremde Innenleben, während jene, bewußt daran vorbeisehend, eben die gegenständliche Welt betrachtet und alles Innenleben daraus abstrahiert. Noch weiter geht äußerlich die Mathematik, die auch noch die Gegenstände entwirklicht. Im Grunde macht jedoch jede empirische Wissenschaft dasselbe, da sie ja mit Symbolen arbeitet.

Es mag in diesem Zusammenhang ersprießlich sein, das psychophysische Grundproblem, den ewigen scheinbaren Konflikt zwischen Körper und Seele, anzuschneiden. Die Erfahrung lehrt uns ja, daß diese Trennung irgendwie künstlich ist, daß Leib und Seele stets eine Einheit bilden. Diese Ansicht wird durch die moderne Physik nicht etwa zerstört. Wenn gewisse Gebiete der Psychologie den Folgerungen aus der Atomphysik unterworfen zu sein scheinen, so kann man natürlich darin bereits eine Vergegenständlichung seelischer Belange sehen, aber andererseits wird daraus wieder von neuem die Einheit von organischem und psychischem Leben klar. Dies ist wieder ein Beispiel dafür, wie sehr die neue Weltanschauung im Stande ist, scheinbare Gegensätze unter gemeinsamem Aspekt zu vereinen, den Dualismus zu überwinden durch die Komplementarität der Betrachtung.

Diese Ausführungen mögen gezeigt haben, wie fruchtbar und direkt erlösend auf das ganze Gebiet menschlichen Erlebens und Betrachtens die Gedanken wirken, die uns die neuere theoretische Physik eingibt als Folgerungen aus den Erscheinungen, die uns die Elementarbausteine der Materie darbieten. Als wichtiges Ergebnis sollten sie auch verdeutlichen, wie sehr die heutige exakte Wissenschaft sich vom Standpunkt des Mechanismus und vom Alleswissertum entfernt hat.

(Manuskript am 26. Nov. 1942 eingegangen.)