

**Edgar Zilsel (Wien), P. Jordans Versuch, den Vitalismus quantenmechanisch zu retten:**

Für die vorwissenschaftliche Betrachtung sind fämtliche Geschehnisse in der Natur Tätigkeiten, ähnlich den Handlungen eines strebenden Menschen. Mit der wissenschaftlichen Physik, d. h. im wesentlichen seit Galilei, entstand eine neue Auffassung: nach ihr sind Naturabläufe Vorgänge, die sich bei gegebenen Anfangsbedingungen nach geeigneten mathematischen Formeln eindeutig vorausberechnen lassen, wobei etwaige Ähnlichkeiten mit dem menschlichen Handeln unwichtig sind, ja, in die Irre führen. Diese *physikalisch-wissenschaftliche* Auffassung eroberte in den dreieinhalb Jahrhunderten seit Galilei nicht bloß den ganzen Bereich der leblosen Natur, sondern drang auch in das Gebiet des Lebens selber ein. Wiewohl Lebenserscheinungen, grob betrachtet, menschlichen Reaktionen mehr oder weniger ähneln, konnten sie doch in Feinvorgänge zerlegt werden, von denen zumindest ein erheblicher Teil nach physikalischen Gesetzen berechenbar abläuft. Da aber die wissenschaftliche Biologie um mehr als zwei Jahrhunderte jünger ist als Galilei, besteht hier noch ein Problem. Lassen sich biologische Großvorgänge immer und restlos aus menschenunähnlichen, nach Art der Physik berechenbaren Feinvorgängen theoretisch zusammenfügen? Wenn ja, dann sind auch die biologischen Großvorgänge selber bei gegebenen Anfangsbedingungen vorausberechenbar (*Physikalische* Auffassung des Lebens). Oder aber muß bei der theoretischen Zusammenfügung noch ein menschenähnlicher, unberechenbarer Rest hinzugetan werden? (*Vitalistische* Auffassung.) In dieser Doppelfrage ist das Vitalismusproblem formuliert. Es ist, wiewohl unseres Erachtens alles zugunsten der ersten, der physikalischen Antwort spricht, heute empirisch-biologisch noch nicht entschieden.

Leider läßt sich nicht einmal eine schärfere Formulierung des Vitalismusproblems angeben. Die Ausdrücke „menschenähnlich“ und „nach Art der Physik“ berechenbar sind gewiß unerfreulich verschwommen. Es ließe sich jedoch zeigen, daß die vermeintlich schärferen Fassungen sowohl der „Menschenähnlichkeit“ (Streben, Ziel, Zweck, Ganzheit, Entelechie uff.) als auch der „Art der Physik“ oft metaphysischer, stets verwickelter, nicht aber präziser sind.

Nun ist die Frage des Determinismus, d. h. der Vorausberechenbarkeit des Naturgeschehens, durch die Quantenmechanik in ein neues Licht gerückt worden. Die klassische Physik hatte stillschweigend angenommen, die Genauigkeit sowohl bei der Feststellung der Anfangsbedingungen jedes Vorgangs als bei der Berechnung seines Ab-

laufs könne beliebig weit getrieben werden. Dieser keineswegs selbstverständlichen Annahme hat die Quantenmechanik durch eine zahlenmäßige Angabe widersprochen: nach der Heisenberg-Bohrschen Unschärferelation läßt sich das Produkt der Ungenauigkeiten, mit denen zueinander konjugierte Größen — z. B. Impuls und Koordinate — beobachtet werden, nie unter die Größenordnung der Planckschen Konstante  $h$  hinabdrücken, gleichgültig von welchen technischen Mitteln die Beobachtung Gebrauch macht. Mikroabläufe lassen sich infolgedessen im allgemeinen nicht eindeutig vorausberechnen. Sie verlaufen jedoch nicht beliebig, sondern sind beschränkt auf eine genau angebbare Reihe von Möglichkeiten, für die die Quantenmechanik statistische Häufigkeitsprozente berechnet: für den Einzelfall sind sie vieldeutig, statistisch dagegen eindeutig vorausberechenbar. Die Quantenmechanik vergleicht also Kleinvorgänge keineswegs mit völlig „willkürlich“, völlig „beliebig“ handelnden, „befeelten“ Menschen, sondern mit einem leblosen Würfel, der, geworfen, eine genau angebbare Reihe zulässiger Endpositionen einnehmen kann. In den Erfolgen der Quantenmechanik kann man nur dann eine Bestätigung vitalistischer Auffassungen erblicken, wenn man ein Würfelspiel für besonders lebens- und strebensähnlich ansieht. Die mechanistische Physik vor 1870 betrachtete Elementarteilchen wie Billardkugeln, die Quantenmechanik betrachtet sie seit 1927 wie Spielwürfel: soweit der Vitalismus in Frage steht, ist dies die ganze Änderung. Trotzdem haben namhafte Physiker, insbesondere P. Jordan, die Quantenmechanik zugunsten des Vitalismus ausgedeutet. (P. Jordan: Die Quantenmechanik und die Grundprobleme d. Biologie u. Psychologie. Naturwiss. 20, 1932, 815, und Quantenphysikalische Bemerkungen zur Biologie u. Psychologie, Erkenntnis IV, 1934, 215.) Bevor wir diese Deutungen prüfen, sind aber noch zwei Punkte zu klären.

1. Wir sprachen bisher von Kleinvorgängen an einzelnen Elementarpartikeln oder Lichtquanten. Da bei den Größerecheinungen des Alltags und des Laboratoriums sowohl den Anfangsbedingungen als dem Ablauf der Prozesse Mittelwerte aus überaus zahlreichen Mikrogrößen entsprechen und da in der Statistik aus gegebenen Mittelwerten gefuchte Mittelwerte sich eindeutig berechnen lassen, hat also die Quantenmechanik im Großgebiet an der Möglichkeit der Prognosen nichts geändert. Dies gilt im allgemeinen, unter Umständen können freilich auch Großvorgänge ihre eindeutige Prognostizierbarkeit einbüßen. Ein entsprechend konstruierter Compton-

versuch wird dies schnell verdeutlichen. Beschießt man ein Elektron mit einem schmalen Bündel von Röntgenstrahlen und umstellt man es in entsprechender Entfernung mit Geiger'schen Zählrohren, die bekanntlich schon auf den Stoß eines einzigen Elektrons ansprechen, so läßt sich, selbst wenn möglichst genau gezielt wurde, infolge der Unschärferelation nicht vorhersehen, in welchem Zählrohr das Elektron landen wird. Man braucht dann nur die im Rohr durch das Elektron ausgelösten elektrischen Ströme entsprechend zu verstärken und entsprechende Drahtleitungen und Sprengladungen anzubringen, um je nach der vom Elektron eingeschlagenen Bahn den Montblanc oder den Mount Everest in die Luft zu sprengen. Selbst bei möglichst genau bekannten Anfangsbedingungen läßt sich im voraus nicht angeben, welche der Explosionen stattfinden wird. Das heißt: es gibt derart empfindliche Empfangsgeräte und derart ausgiebige Verstärkeranordnungen, daß die unbehebbar Vieldeutigkeit der Kleinvorausagen auf beliebig umfangreiche Großgeschehnisse übertragen werden kann.

Für unsere Versuchsanordnung war es wesentlich, daß winzigen Änderungen zu Beginn des Ablaufs starke Änderungen am Ende entsprechen. Da sie sich also ähnlich verhielt wie eine auf ihrer Kante labil aufgestellte dünne Münze, die schon sehr kleine Erschütterungen nach links oder rechts umkippen lassen, wollen wir derartige Abläufe kurz als *Kippvorgänge* bezeichnen. Solche Kippvorgänge — zu ihnen gehören, wie schon Smoluchowski betont hat, alle Zufallspiele, aber z. B. auch der Wettlauf der Spermatozoen um die zu befruchtende Eizelle — wurden seit jeher statistisch behandelt (Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mendel'sche Gesetze). Die klassische Auffassung meinte freilich, es sei durch genügende Verfeinerung in der Feststellung der Anfangsbedingungen stets möglich, einen Kippvorgang auch einzeln voraus zu berechnen. Seit der Quantenmechanik ist diese Meinung aufgegeben, dann nämlich, wenn die Kippwirkung derart stark wird, daß schon atomare in Großunterschiede umkippen. Jedenfalls beziehen sich alle deterministischen Gesetze der Großphysik auf Vorgänge, die von so extremen Kippwirkungen frei sind. P. Jordan hatte nun ausgeführt, die Eigenart des Lebendigen lasse sich gerade auf solche Kippwirkungen zurückführen.

Würde in einem Gas schon das Verhalten eines ausgezeichneten einzigen Molekels den Großverlauf entscheidend beeinflussen, so würden offenbar Mittelbildungen versagen und folglich die Gasgesetze ihre Geltung verlieren. Die klassische Gastheorie würde in einem solchen Fall sagen, die Molekeln seien

„künstlich geordnet“. Die alte Boltzmannsche Voraussetzung der „molekularen Unordnung“, die bisher einwandfrei nicht formuliert werden konnte, enthält also u. a. die Annahme, der betrachtete Großprozeß sei ein Kippvorgang.

2. Die Unschärferelation, die ja die eigentliche Wurzel des ganzen quantenmechanischen „Indeterminismus“ ist, wird seit Bohr meist auf den Umstand zurückgeführt, daß jede Beobachtung den zu beobachtenden, jede Messung den zu messenden Vorgang stört. Es ist aber zu beachten, daß solche Meßstörungen keineswegs der Quantenmechanik eigentümlich sind. Auch in der klassischen Physik ändert die Einbringung jedes Thermometers die Temperatur, die Einschaltung jedes Ampèremeters die Stromstärke, jedes Elektrometers die Spannung, ja selbst die Anlegung jedes Maßstabes beeinflußt das Gravitationsfeld und damit — wenigstens theoretisch — die gemessene Länge. Der Physiker pflegt diese Einflüsse, die ausnahmslos *jeden* Beobachtungsprozeß begleiten, möglichst herabzudrücken und wählt zu diesem Behuf die Meßinstrumente entsprechend, macht sie z. B. möglichst klein. Da der Atomismus der Verkleinerung der Instrumente, die Quantelung der Verkleinerung ihres Einflusses eine Schranke setzen, scheint es zunächst, als ob nur Atomismus und Quantelung die Ausschaltung der Meßstörung verhindern und damit die Unschärferelation verschulden würden. Das ist aber durchaus irrig. Nehmen wir an, wir hätten eine Anzahl von nicht weiter verkleinerbaren Thermometern und Wassertropfen gleicher Größenordnung. Die Tropfentemperatur wird also durch die eingebrachten Thermometer erheblich gestört. Trotzdem kann man aus den abgelesenen Thermometerständen vor Einbringung und nach Einbringung in den Tropfen nach den üblichen Gesetzen der Kalorimetrie ohne weiteres eindeutig errechnen, wie groß die ungestörte Temperatur des Tropfens war. Man braucht somit Meßstörungen nicht wirklich klein zu machen, es genügt sie wegzurechnen. Zu diesem Behuf sucht man nach eindeutig determinierenden Gesetzen, nach denen etwa die Störung vor sich gehen könnte. Gelingt es, solche Gesetze zu finden, ohne mit den Beobachtungen je in Konflikt zu geraten, so sind einerseits die Gesetze selber verifiziert, und andererseits Meßresultate unter Abrechnung der Störung gewonnen. In der klassischen Physik gelingt das bekanntlich, in der Quantenmechanik dagegen — und das ist der springende Punkt — gelingt es nicht. Die Unschärferelation gilt somit nicht deshalb, weil jede Messung stört, sondern deshalb, weil im Mikrogebiet alle eindeutig determinierenden Gesetze, die bloß beobachtbare Größen enthalten, bisher ver-

sagt haben. Nur statistische, d. h. nur vieldeutige Störgesetze sind mit den Beobachtungen widerspruchlos in Einklang zu bringen.

In unserem Thermometerbeispiel hätte man als unge störte Tropfentemperatur  $T$  eindeutig zu definieren  $T = T_2 + \frac{c_1}{c_2}(T_2 - T_1)$  ( $T_1$  und  $T_2$  Thermometerstände vor und nach Einbringung in den Tropfen,  $c$  Wärmekapazitäten). Es gelingt, zu jedem Tropfen und jedem Thermometer ein  $c$  derart ausfindig zu machen, daß alle Beobachtungen, die üblichen kalorimetrischen Gesetze und die angegebene Temperaturdefinition stets zusammenstimmen. In der Quantenmechanik gelingen entsprechende Definitionen und Zuordnungen nicht.

Wenn wir das unter 1 und 2 Gefagte festhalten, können wir uns jetzt der Prüfung der J o r d a n'schen Ausführungen zuwenden. Ein reflektierender Mensch, der den Verlauf seiner Erregung mit Aufmerksamkeit verfolgt, ist in anderer Weise aufgeregt als einer, der bloß den Anlaß seines Zornausbruchs beachtet; feilische Abläufe werden also durch Selbstbeobachtung gestört. Diese bekannte Tatsache vergleicht J o r d a n mit dem  $\gamma$ -Strahl, der im  $\gamma$ -Strahlmikroskop das zu beobachtende Elektron wegstoßt, und zieht daraus den Schluß, es seien in der *Psychologie* eindeutige Prognosen ebenso ausgeschlossen wie in der Quantenmechanik. Was ist von der Analogie zu halten? Sehen wir von den Scheinfätzen, die ihr zugrunde liegen ab, nehmen wir für einen Augenblick an, die „Seele“, die „Aufmerksamkeit“ und der „Zorn“ ließen sich tatsächlich einander ebenso gegenüberstellen wie Physiker,  $\gamma$ -Strahl und Elektron! Selbst dann analogisiert der J o r d a n'sche Vergleich die *Psychologie* nicht mit der Quantenmechanik, sondern mit der Physik überhaupt. Der Indeterminismus der Quantenmechanik beruht ja nicht auf den Meßstörungen, die auch in der klassischen Physik unvermeidlich sind, sondern auf ihrer quantitativen Eigenart, quantitative Gesetze über den Einfluß der Aufmerksamkeit auf die übrigen psychologischen Reaktionen aber sind derzeit völlig unbekannt. Besteht etwa in der *Psychologie* eine quantitative Unschärferelation mit einer Schranke vergleichbar dem  $h$  der Quantenmechanik? Da die Selbstbeobachtung den Ablauf von Affekten anders und viel stärker beeinflusst als den von sinnespsychologischen Vorgängen, ist es sogar recht unwahrscheinlich, daß die nur künstlich zusammengefaßten psychologischen Störvorgänge überhaupt einem gemeinsamen Gesetz unterliegen. Man kann also gewiß auf die Störwirkung der Aufmerksamkeit hinweisen und zur Ergänzung und Kontrolle der Selbstbeobachtung Fremdbeobachtungen empfehlen; solche verschwommene Überlegungen sind den Psychologen geläufig. Irgendwelche Schlüsse auf

eine „prinzipielle“ Nichtvorausberechenbarkeit der feilischen Vorgänge aber entbehren jeder Grundlage. Dasfelbe gilt von dem psychoanalytischen Argument, das J o r d a n neuerdings hinzugefügt hat (Erkenntnis IV, 247). Gewiß werden unbewußte „Komplexe“ durch Bewußtmachung abgeändert, ja zerftört. Aber auch hier fehlt der fpringende Punkt der Quantenmechanik, die quantitative Eigenart der Störung.

Ebenfowenig haltbar fcheinen die Analogien zwischen Quantenmechanik und *Biologie*. Jedes Lebewefen, fo argumentiert J o r d a n fürs erste, müffe bei der und durch die Beobachtung feines Feinzustandes getötet werden; das lebendige Verhalten fei daher „grundfätzlich“ unprognostizierbar. Auch hier ift lediglich auf eine verchwommene Schwierigkeit hingewiefen, die mit der Problemlage der Quantenmechanik nichts gemein hat. Auch jeder laufende Wechselstromgenerator muß außer Betrieb gefetzt und zerlegt werden, wenn fein Anfangszustand — der Verlauf der Wicklungen uff. — festgestellt werden foll. Niemand wird daraus den Schluß ziehen, das Funktionieren eines laufenden Generators fei „grundfätzlich“ nicht vorausberechenbar. Freilich läßt fich der zerlegte Generator nach feiner Zusammenfügung unſchwer wieder in Betrieb fetzen, während der Wiederbelebung eines zerlegten Organismus derzeit unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenftehen. Anzunehmen aber, diefe fei „prinzipiell“ ausgeſchloffen, hieße offenbar gerade das vorausfetzen, was durch den ganzen Gedankengang erft bewiefen werden foll: die vitaliftifch-unphyſikalifche Eigenart des Lebendigen. Das Argument von der mit der Beobachtung notwendig verbundenen Abtötung des Lebens beweift fomit nicht die vitaliftifche These, fondern fetzt fie voraus.

Die Problemlage der Quantenmechanik beftünde hier nur dann, wenn die zerlegende Beobachtung des Lebewefens bis zu den letzten Feingebilden, den Atomen und Elektronen, vordringen müßte. Damit aber ſtehen wir vor dem zweiten der biologifchen Argumente J o r d a n s. Sind tatfächlich, wie J o r d a n meint, die Lebensprozefse Kippvorgänge, die durch den Verlauf ganz weniger winzigfter *Atomgefchehnisse* beftimmt werden? Diefe Kipp-, oder, wie J o r d a n fagt, „Verftärker“theorie des Lebens ift nunmehr zu prüfen.

Eine gewisse Berechtigung hat der Verftärkervergleich bei den Chromofomen, auf deren Rolle J o r d a n ausführlich eingeht. Chromofomen, Gebilde alfo, die an der Grenze der mikroſkopifchen

Sichtbarkeit stehen (freilich atomare Dimensionen weit überschreiten), vermitteln die Vererbung, winzige Chromosomenänderungen rufen die Mutationen hervor, aus denen die neuen Varietäten und wahrscheinlich auch die neuen Arten entstehen. Eben deshalb berechnet der Biologe nicht nur die Vererbungsercheinungen bloß statistisch, sondern auch das Auftreten von Mutationen. Wenn es seit 1927 gelungen ist, zum erstenmal Urfachen des Mutierens zu entdecken (Muller, Goldschmidt), so heißt das, daß in der Nachkommenschaft von Taufliegen, die röntgenbestrahlt bzw. einer Temperatursteigerung ausgesetzt wurden, ein gewisser Prozentsatz von Mutationen statistisch festgestellt werden konnte; die Frage, warum unter den hunderten Fliegen ein ganz individuelles Chromosom verändert wurde, ein anderes nicht, wurde noch von niemandem aufgeworfen. Damit ist aber schon gesagt, daß es sich hier um andere Probleme handelt, als sie sonst in der Biologie auftreten. Bei biologischen Prozessen, die von Chromosomen abhängen, wie Vererbung und Mutation, stellt man statistisch fest, daß ein bestimmter Bruchteil der untersuchten Individuen sich auf die eine, ein anderer auf die andre Weise verhält. Unter normalen Verhältnissen entwickeln sich aber *alle* Kaulquappen zu Fröschen, zucken *alle* gereizten Muskeln, belauben sich *alle* Bäume im Frühjahr. Daß solche Lebensvorgänge, wenn die Larve, der Muskel, der Baum schon da ist, wenn Ei- und Spermazelle schon der Vergangenheit angehören, weiter von einem einzigen Zellkern, einem einzigen Chromosom aus reguliert werden, ist durch nichts auch nur wahrscheinlich gemacht. Bei den allermeisten und gerade bei den charakteristischsten Lebenserscheinungen hängt also der Verstärkervergleich völlig in der Luft.

Das Kipp-schema: kleine Urfachen, große Wirkungen spielt freilich bei Lebewesen, auch abgesehen von den Zeugungsvorgängen, manchmal eine Rolle. Ein Mensch kann beispielsweise durch eine sehr kleine Hirnverletzung getötet oder durch sehr kleine Buchstabenvertauschungen in einer Mitteilung zu einer starken Änderung seiner Reaktion veranlaßt werden. Sowohl bei einem Korallenstock als bei einem Eichbaum werden aber entsprechende Experimente versagen; sie gelingen nur bei tierischen Organismen, und zwar um so besser, je höher organisiert, je stärker zentralisiert das Tier ist. Das Kipp-schema kennzeichnet also allenfalls die Organisationshöhe, versagt aber bei den Grundproblemen, die allen Lebewesen gemeinsam sind.

Die Kipp-Theorie, nach der die eindeutige Prognose aller Großvorgänge des Lebens die Kenntnis der Anfangsbedingungen von

atomaren Prozessen erfordern würde, ist eine Annahme, die nichts erklärt und für die nichts spricht. Darüber hinaus ließe sich sogar zeigen, daß sie sehr unwahrscheinlich ist. Die klassischen Beispiele der statistischen Physik — Wärme, Diffusion, Osmose — sind an allen Lebensprozessen fundamental beteiligt, jede lebendige Feinstruktur (einschließlich der Zellkerne und Chromosomen) ist umzittert von molekularen Wärmebewegungen; sollte es da wirklich auf genaue Anfangsbedingungen von Elektronen ankommen? Schon der vergleichsweise langsame Ablauf biologischer Reaktionen spricht gegen eine solche Annahme, denn atomare Geschehnisse spielen sich um Größenordnungen schneller ab. Das gilt besonders auch vom nervösen Geschehen und der anschließenden psychophysischen Zuordnung: wäre der Bewußtseinsablauf den einzelnen Elektronensprüngen in der Hirnrinde zugeordnet, so müßte er sich in einem sehr viel schnelleren Tempo vollziehen. In der Biologie gilt überdies das Talbot'sche Gesetz, das besagt, daß bei schnell schwankenden Reizen für die biologische Reaktion (und psychologisch für die Empfindung) nur der zeitliche *Mittelwert* des Reizes maßgebend ist. Höchstwahrscheinlich ist also jeder Bewußtseinszustand einem statistischen Durchschnitt aus ungeheuer zahlreichen atomaren Elementarprozessen zuzuordnen, wobei es auf den genauen Verlauf des einzelnen Elementarvorgangs gar nicht ankommt. Und daselbe gilt wohl von allen biologischen Reaktionen (einschließlich der Chromosomenvorgänge). Atomphysikalisch gesehen ist das Leben höchstwahrscheinlich ein Großvorgang, in dem der „Indeterminismus“ der Quantenmechanik statistisch längst ausgeglichen ist. Einige quantitative Abschätzungen bekräftigen diese Vermutung.

In einem Fall wurde tatsächlich nachgewiesen, daß schon wenige Elementarprozesse biologisch in Betracht kommen: J. v. Kries bestimmte als die geringste Lichtstärke, die bei einem Menschen noch eine Empfindung erzeugt,  $1,3-2,6 \cdot 10^{-10} \text{ erg}$  (Zschr. f. Sinnesphys. 41, 373, 1906). Da eine Wellenlänge von  $507 \text{ m}\mu$  verwendet wurde, entspricht das 30—60 Photonen. Da jedoch vor dem Versuch das Auge viertelstundlang auf Dunkel adaptiert werden mußte und durch winzigste Lichtpünktchen ein Mensch normalerweise nicht zum Handeln veranlaßt wird, ist es unrichtig, die Kries'sche Messung als den biologischen Normalfall hinzustellen, wie dies Bohr und Jordan tun. Zum Vergleich: Als die für Menschen am stärksten riechbare Substanz wird Merkaptan ( $\text{CH}_3\text{SH}$ ) angegeben, als die geringste riechbare Menge  $4 \cdot 10^{-11} \text{ g pro l.}$  Dies entspricht  $5 \cdot 10^{11}$  Molekeln pro l. — Eine menschliche Hirnzelle kann für unsere Zwecke als Kugel vom Durchmesser  $10 \mu$  und der Dichte 1 betrachtet werden. Nehmen wir vereinfachend an, das Eiweiß bestehe aus reinem Kohlenstoff! Eine einzige Hirnzelle enthielte dann etwa  $2,5 \cdot 10^{13}$  Atome. (Für reines N bzw. reines O

wäre mit  $\frac{1}{7}$  bzw.  $\frac{3}{4}$  zu multiplizieren.) Dabei ist es höchst unwahrscheinlich, daß irgendeine psychische Reaktion in einer einzigen Hirnzelle lokalisiert ist. — Das kleinste Chromosom der Drosophila ist ungefähr eine Kugel mit dem Durchmesser  $0,3\mu$  (Naturwiss. 20, 201, 1932); es beherbergt, wie Kreuzungsexperimente ergeben, ein einziges Gen. Nach den obigen Vereinfachungen entsprechen also einem Gen etwa  $9 \cdot 10^8$  Atome. — Es ist zu beachten, daß organische Verbindungen hochpolymer sind. Schon ein einziges Kautschukmolekel besteht aus etwa  $2,4 \cdot 10^4$  Atomen (Staudinger, Naturwiss. 22, 67, 1934).

Der Versuch, den Vitalismus durch die Quantenmechanik zu stützen, ist wissenschaftsgeschichtlich recht interessant. Gewöhnlich bemühen sich die Vertreter vitalistischer Gedankengänge um den Nachweis, daß gewisse Verhaltensweisen der Lebewesen in der Physik *nicht* vorkommen können, und gewöhnlich stützen sie sich dabei auf die eigenartige *Stabilität* der Organismen, auf ihre Fähigkeit, Verletzungen und Störungen durch Regeneration und Selbstregulation wieder auszugleichen (Driesch). Der hier erörterte vitalistische Versuch verfährt gerade umgekehrt. Er sucht zu zeigen, daß die Grundercheinungen des Lebens *dieselben* seien wie in der Mikrophysik und stützt sich dabei auf eine Kipptheorie, also auf eine Theorie der *Labilität* der Lebensvorgänge. Im Grunde haben trotzdem beide Theorien das gleiche Ziel: beide wollen das unprognostizierbare Streben, den freien Willen, die unberechenbare „Befehlung“ der Organismen, die der vorwissenschaftlichen Betrachtung selbstverständlich sind, irgendwie für die Wissenschaft retten. Wenn nun zwei Theorien eine im Grunde übereinstimmende Grundthese mit entgegengesetzten Argumenten zu beweisen bemüht sind, und wenn, wie man wohl sagen darf, beiderlei Argumente der Kritik nicht standhalten, gibt das zu denken. Sollte nicht, den Forschern unbewußt, irgendwie der *Wunsch* der Vater des Gedankens gewesen sein? Es bestehen offenbar heute sehr wirksame gefühlsmäßige, geschichtliche und gesellschaftliche Umstände, die den Vitalismus als erfreulich, die physikalische Auffassung des Lebens als unerfreulich erscheinen lassen. Erst die nähere Betrachtung dieser ziemlich verwickelten Umstände würde es erklären, wieviele vitalistische Gedanken seit etwa einem Halbjahrhundert deutlich wieder vordringen. Diese psychologischen und wissenschaftssoziologischen Betrachtungen würden jedoch den Rahmen überschreiten, der uns hier gesetzt ist.

(Die „Ergänzungen“ zu diesem „Bericht“ folgen gemeinsam mit den übrigen „Ergänzungen“ vor der Bibliographie.)