

## Ergänzende Bemerkungen über Biologie und Quantenmechanik

Von

Pascual Jordan (Rostock)

Die Teilnehmer der Prager Vorkonferenz haben sich mehrfach mit meinen Ausführungen über Biologie und Quantenmechanik beschäftigt (E. Z i l f e l, H. R e i c h e n b a c h, O. N e u r a t h, M. S c h l i c k, Ph. F r a n k). Diese Beiträge zur Klärung der Problemlage begrüße ich dankbar, trotz des Überwiegens ablehnender Kritik. Die nachfolgenden Bemerkungen möchten dazu dienen, die Klärung weiter zu treiben. Es scheint mir, daß in einer Anzahl von Punkten eine Verständigung lediglich durch hebbare Mißverständnisse erschwert wird.

1. Es ist richtig, daß die subjektive Bewertung wissenschaftlicher Thesen oft beeinflusst wird von außerwissenschaftlichen Emotionen. Die Hervorhebung und Analyse solcher Beziehungen sollte aber nur zu dem Zwecke dienen, unsere wissenschaftlichen Urteile von derartiger Abhängigkeit *frei* zu machen; dagegen sollte man nicht einfach eine *Vorzeichenumkehr* der Bewertung aus ihr folgern. Konkret gesprochen: Wenn es bewiesen wäre, daß meine Freude über die anscheinend gegebene Möglichkeit einer gewissen Vermutung durch außerwissenschaftliche Emotionen mitbestimmt sei, so wäre damit doch noch *nichts* erreicht für die Frage der *objektiven Richtigkeit* der Vermutung.

2. Eine mangelnde Trennung der (allein diskutierbaren!) Frage der objektiven Richtigkeit von den undiskutierbaren Fragen der außerwissenschaftlichen Emotionalität scheint mir auch vorzuliegen, wenn wiederholt ungefähr folgendes gefragt wird: „Was wäre damit *gewonnen*, wenn J.s Thesen richtig wären?“ Es scheint mir abwegig, zu diskutieren, ob bezüglich außerwissenschaftlicher Emotionen oder metaphysischer Scheinbehauptungen etwas „gewonnen“ wird; worauf es ankommt, das ist ob meine Thesen mit größerer oder kleinerer Wahrscheinlichkeit *richtig* oder *falsch* sind.

3. Die Thesen einer „Autonomie“ des Biologischen gegenüber dem Physikalischen habe ich *nicht* vertreten; ich halte sie allerdings aber für *nicht negierbar*, weil sie mir schlechthin *sinnlos* scheint.

Eine sinnvolle Frage ist jedoch diese: Wird es möglich sein, die biologischen Gesetzmäßigkeiten restlos zurückzuführen auf die *heute bekannten* physikalischen Gesetze? Zur Erläuterung: Die *chemischen* Gesetze sind nach heutiger Überzeugung restlos zurückführbar auf die *heutige* Physik (Quantenmechanik). Aber weder die *chemischen* noch die *elektrodynamischen* Gesetze sind zurückführbar auf die *vor* der Quantenmechanik bzw. *vor* F a r a d a y - M a x w e l l bekannt gewesenen physikalischen Gesetze.

Betreffs des Verhältnisses der Biologie zur Physik glaube ich in Übereinstimmung mit N. B o h r: Die Zurückführbarkeit der biologischen Gesetze auf die „klassische“ (vor-quantenmechanische) Physik ist eine relativ eng begrenzte. Dagegen dürfte die heutige Atom- und Quantenphysik schon eine wesentlich vollständigere Erfassung der biologischen Phänomene ermöglichen. (Es ist aber eine Verkennung der Situation, wenn man diese *programmatische* These beantwortet mit dem Verlangen, sogleich diesbezügliche fertige Resultate vorzuweisen.) Eine *restlose* Zurückführung der biologischen Gesetze auf die *heutige* Physik dürfte aber ebenfalls nicht möglich sein. B o h r <sup>1)</sup> sagt darüber: „Dennoch dürfte auch die Quantenmechanik noch nicht genügend von der unseren Anschauungsformen angepaßten Beschreibungsweise der klassischen Physik entfernt sein, um die charakteristischen Gesetzmäßigkeiten des Lebens bewältigen zu können.“ — „Kurz könnte man vielleicht sagen, daß die Quantenmechanik das statistische Verhalten einer gegebenen Anzahl von Atomen unter wohldefinierten äußeren Bedingungen betrifft, während wir den Zustand eines lebendigen Wesens nicht im atomaren Maßstabe definieren können.“ —

Es ist nur eine Frage der Terminologie, ob man eine *künftige*, über die durch Quantenmechanik erschlossenen Möglichkeiten noch *hinausgehende* Erfassung der biologischen Gesetzmäßigkeiten als ein neues Kapitel der Physik, oder als eine neben die Physik zu stellende Disziplin bezeichnen wird; ebenso, wie es heute nur eine terminologische Frage ist, ob man die Chemie als Untergebiet der Physik oder als Nachbarwissenschaft der Physik bezeichnet.

4. Es scheint mir die Funktion der Schulphilosophie zu sein, durch

---

<sup>1)</sup> N. B o h r, Atomtheorie und Naturbeschreibung; Berlin 1931.

unbelehrbares Festhalten an traditionellen Vorurteilen den Fortschritt der wissenschaftlichen Einzelforschung zu behindern. Demgegenüber sollte die positivistische erkenntnistheoretische Forschung um so nachdrücklicher die vorurteilsfreie, und nicht durch außerwissenschaftliche Emotionen behinderte Prüfung *neuer* wissenschaftlicher Ideen fordern und fördern. Für die *Belebung* der wissenschaftlichen Arbeit kann es nur nützlich sein, wenn Vermutungen, deren ernsthafte Möglichkeit sich plötzlich aus neuen Erkenntnissen ergibt, recht *radikal* ausgesprochen werden. Die natürlichen Trägheitswiderstände, die sich einer systematischen Auswertung der neuen Quantenphysik für das biologische Gebiet entgegenstellen, sind sowieso groß genug. Ich möchte hier die Ausführungen H. R e i c h e n b a c h s unterstreichen, die m. E. genau das Richtige und Wichtige treffen. Ich glaube, daß Ph. F r a n k zu optimistisch ist mit dem Ausspruch: „Daß jede Biologie immer die Physik ihrer Zeit verwendet, ist *selbstverständlich*“. Im Gegenteil dürfte es ein hohes Maß von Arbeit erfordern, der biologischen Forschung die Ergebnisse der neuen Physik soweit nahe zu bringen, daß sie sie für ihre Zwecke verwenden kann.

5. Wenn in einzelnen Sätzen meiner Ausführungen über die biologischen Konsequenzen der neuen Physik eine störende Unklarheit empfunden worden ist, darf ich der Überzeugung Ausdruck geben, daß diese nicht durch Hinneigung des Verfassers zu metaphysischen Scheinausagen, sondern durch die *Unfertigkeit* des Gegenstandes begründet ist. (Durch O. N e u r a t h ist der Charakter meiner Bestrebungen doch wohl recht weitgehend mißverstanden.) Es handelt sich ja um nichts anderes, als um erste, tastende Versuche zur Erschließung neuer Forschungsaufgaben; oder genauer, um Hinweise auf die Beachtbarkeit jetzt erschließbar gewordener Aufgaben; und in diesem statu nascendi kann man weder den Thesen noch den Problemen diejenige abschließend geklärte Formulierung geben, die erst das Resultat einer künftigen Durchführung des angedeuteten Programmes sein wird.

6. Zu den aktuellen Problemen der Einzelwissenschaft und ihrer erkenntniskritischen Beratung rechne ich die Entwicklung eines exakten metaphysikfreien Systems der teleologischen Begriffe; die Meinung, daß teleologische Begriffe mit logischer Notwendigkeit metaphysische Momente in sich enthielten, halte ich für ein Vorurteil. Um ganz grob anzudeuten, wieso ich den klassisch-physikalischen *Kausalitätsbegriff* auch noch in anderer Richtung, als in der quantenmechanisch-

statistischen Richtung für *verallgemeinerungsfähig* halte, ohne daß man irgendwie auf die *mathematische Exaktheit* der Begriffe verzichten müßte, weise ich auf folgendes hin: Die klassische Physik, etwa in Gestalt der *Maxwell'schen* Theorie, präzisiert das Kausalitätsprinzip durch das *Nahewirkungsprinzip*; die Naturgesetze sind partielle *Differentialgleichungen*. Man denke sich statt dessen aber *Integralgleichungen* (oder Integro-Differentialgleichungen) als mathematische Form der physikalischen Gesetzmäßigkeit: dann bekommt man Verhältnisse, die dem gewohnten klassischen Kausalitätsbegriff ganz unähnlich sehen können, und die in mancher Hinsicht an „teleologische“ oder „ganzheitliche“ Gesetzmäßigkeiten erinnern — oder richtiger gesagt: eine mathematische Präzisierung der unklaren diesbezüglichen Vorstellungen ermöglichen.

Diese Bemerkung möge nicht mißverstanden werden; sie soll im Augenblick nichts weiter zeigen, als daß es ein traditionelles Vorurteil ist, wenn man die gewohnte Vorstellung von Kausalität als *einzigste Möglichkeit* einer metaphysikfreien Formulierung von Naturgesetzen hinstellt. — Die Neigung zu einer bequemen „Apriorisierung“ gewohnter Vorstellungen taucht immer wieder auf und muß immer wieder bekämpft werden.

Es ist aber von der Kritik mit Recht bemerkt worden, daß der Zusammenhang nicht ausführlich genug erläutert ist, welcher besteht zwischen meiner Analyse der vermutlichen biologischen Bedeutung der Quantenmechanik einerseits, und meiner positiven Beurteilung der Notwendigkeit „teleologischer“ Begriffsbildung andererseits. (Wobei sich mein positives Urteil also wohlverstanden auf die *Notwendigkeit* derartiger Begriffsentwicklungen, nicht aber auf die heute vorliegenden diesbezüglichen Versuche erstreckt, welche noch vielfach mit metaphysischen Unklarheiten belastet sind.) Diese Lücke meiner Darlegungen hoffe ich an anderem Orte auszufüllen; an dieser Stelle hebe ich hervor, daß *Bohr's* Ausführungen, deren Kommentierung ja der eigentliche Inhalt meiner Publikationen war, den Zusammenhang beider Fragenkomplexe sehr deutlich bezeichnen.

7. Um auf einen spezielleren Punkt zu kommen: Ich verstehe nicht recht die Einwände *M. Schlick's* gegen den „Verstärkergedanken“ (S. 182 unten): die *Existenz* von Verstärkerröhren ist doch eine empirische Tatsache; und ich sehe nicht, wieso der Vermutung, daß Organe ähnlicher Funktion in den Organismen vorhanden seien, theoretische Einwände a priori entgegengesetzt werden können; man wird das nur *empirisch* entscheiden können. Tat-

fache ist doch, daß z. B. die Muskelbewegungen der Wirbeltiere durch Prozesse mit viel geringerem Energieumfatz *gesteuert* werden<sup>2)</sup>: Die Vermutung, daß ähnliche Verhältnisse im Organischen sehr häufig auftreten, und daß als steuernde Prozesse letzten Endes oft geradezu atomphysikalische Einzelprozesse in Betracht kommen — diese Vermutung scheint mir nicht durch *theoretische* Argumente widerlegbar. Nach freundlicher Mitteilung von N. B o h r , der derartige Vermutungen schon lange vor mir gehegt hat, wird sie auch von physiologischen Sachverständigen als durchaus nicht unwahrscheinlich angesehen. — Die von E. Z i l f e l erhobenen interessanten Einwendungen scheinen mir bei genauer Prüfung eher für, als gegen diese Vermutung zu sprechen, deren experimentelle Verfolgung ein weites Feld interessanter Aufgaben ergeben dürfte.

8. Ich glaube nicht, daß das wissenschaftliche Denken gewisse Problemgebiete als *endgültig* erledigt, und als keiner Bereicherung oder Veränderung durch neue Erkenntnisse fähig ansehen kann. Dies gilt z. B. für den *Komplex* von Problemen, auf welche das Schlagwort „Willensfreiheit“ hinweist: zu sagen, daß diese Probleme ein für allemal abgeschlossen seien, und deshalb nicht mehr neu durchdacht werden dürften, scheint mir ein Rückfall in den Doktrinarismus der Schulphilosophie. Ich glaube vielmehr, dieser Problemkreis gehört gerade umgekehrt zu denjenigen, deren *zutreffende* naturwissenschaftliche Beurteilung *erst heute möglich zu werden beginnt*; und ich zweifle nicht, daß B o h r s Urteil auch in diesem Problemkreis eine Liquidierung und Überholung aller früheren Auffassungen bedeutet.

---

<sup>2)</sup> Ich weise darauf hin, daß das Wort „*Steuerung*“ jedem modernen Radio-Techniker geläufig ist — es kann also nicht etwa für ein „metaphysisches“ Wort erklärt werden.