

Konrad Kleinknecht *Hrsg.*

# Werner Heisenberg

## Ordnung der Wirklichkeit

Mit einer Einleitung von  
Helmut Rechenberg  
und einem Kommentar von  
Ernst Peter Fischer

SACHBUCH

EBOOK INSIDE



Springer

# Werner Heisenberg, Ordnung der Wirklichkeit

Konrad Kleinknecht  
Hrsg.

# Werner Heisenberg, Ordnung der Wirklichkeit

Mit einer Einleitung von  
Helmut Rechenberg und  
einem Kommentar von Ernst  
Peter Fischer

Herausgegeben von Konrad  
Kleinknecht für die  
Heisenberg-Gesellschaft

 Springer

*Hrsg.*  
Konrad Kleinknecht  
Heisenberg-Gesellschaft  
München, Bayern, Deutschland

ISBN 978-3-662-59528-2      ISBN 978-3-662-59529-9 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-59529-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019  
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.  
Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.  
Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung: Stephanie Preuß  
Coverfoto mit freundlicher Genehmigung der Familie Heisenberg

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.  
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

# Vorwort

Werner Heisenberg, der Erfinder der Quantenmechanik und einer der bedeutendsten Wissenschaftler des 20. Jahrhunderts, schrieb diesen Essay in den Kriegsjahren 1941/1942. Er überließ ihn nur Verwandten und ausgewählten Freunden zur Lektüre, dachte aber nicht daran, den Text zu veröffentlichen. In dem Essay zieht Heisenberg eine Summe seiner philosophischen Gedanken über die Natur und über die Frage, wie der Mensch erkennen kann, was die Wirklichkeit ist.

Am 10. Juli 1941 schrieb er an seine Frau: „Gegen Abend hab ich an der Privatphilosophie geschrieben und den Abschnitt über die Rosen angefangen. Ich schreib an diesen Dingen jetzt mit vieler Freude. Nicht immer mit gleich gutem Gewissen, denn im Grunde versteh ich von all diesen Dingen doch fast nichts. Aber da Bohr seine Gedanken wohl nicht aufschreiben wird, ist es gut, dass irgendeiner, der sie kennt, das aufschreibt, was er draus macht. In Urfeld kann ich mich vielleicht manchmal an

## VI      Vorwort

den kleinen Tisch im Gebüsch setzen und auch an diesen Gedanken weiterspinnen.“

Nach Heisenbergs Tod haben die Herausgeber seiner „Gesammelten Werke“ diesen Text nach der Urschrift übernommen und mit dem Titel „Ordnung der Wirklichkeit“ versehen. Er wurde 1989 im Piper Verlag veröffentlicht. Die Heisenberg-Gesellschaft bringt Heisenbergs Manuskript neu heraus und ergänzt es mit einer Kommentierung der literarischen, musikalischen, philosophischen und historischen Bezüge. Die Kommentierung hat der Wissenschaftshistoriker Ernst Peter Fischer übernommen.

Für die Erlaubnis zur neuen Auflage danke ich der Familie Heisenberg, insbesondere Herrn Dr. Felix Blum. Ebenso bin ich Herrn Max Rechenberg dankbar für die Genehmigung, die Einleitung seines Vaters Helmut Rechenberg aus dem Jahr 1988 zu übernehmen.

München  
Juni 2019

Konrad Kleinknecht  
Präsident der  
Heisenberg-Gesellschaft

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	1
<i>Helmut Rechenberg</i>	
<b>Ordnung der Wirklichkeit</b>	27
<i>Werner Heisenberg</i>	
<b>I.</b>	27
1. Die verschiedenen Bereiche der Wirklichkeit	29
2. Die Sprache	35
3. Die Ordnung	44
<b>II.</b>	52
1. Die Goethe'schen Bereiche der Wirklichkeit	52
2. Die (klassische) Physik	60
3. Die Chemie	80
4. Das organische Leben	104
5. Das Bewusstsein	132
6. Symbol und Gestalt	142
7. Die schöpferischen Kräfte	172

VIII      Inhaltsverzeichnis

III. 190

**Kommentare zu Werner Heisenberg,  
Ordnung der Wirklichkeit** 197

*Ernst Peter Fischer*





# Einleitung

Helmut Rechenberg

Der Physiker Werner Heisenberg (1901–1976) gehört zu den großen Naturwissenschaftlern, die das Weltbild über unser Jahrhundert hinaus geprägt haben. Ihm gelang der erste Ansatz zur heute gültigen Quantenmechanik, der erfolgreichen Beschreibung der Atome und Moleküle, zu der er im einzelnen wesentliche Beiträge lieferte. Seine Unbestimmtheitsrelationen gaben den Schlüssel zur physikalisch-erkenntnistheoretischen Deutung dieser neuen Theorie. Schließlich leistete er entscheidende Pionierarbeit zur Erweiterung und Vereinigung von Quanten- und Relativitätstheorie: Dabei packte er Probleme vor allem der innersten Struktur der Materie an, er betrieb also das, was wir heute Kern- und Elementarteilchenphysik nennen.

---

H. Rechenberg (✉)

Heisenberg-Gesellschaft e. V., München, Deutschland

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer

Nature 2019

K. Kleinknecht (Hrsg.), *Werner Heisenberg, Ordnung der*

*Wirklichkeit*, [https://doi.org/10.1007/978-3-662-59529-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-59529-9_1)

In Vorträgen und Aufsätzen nahm Heisenberg häufig Stellung zu Fragen, die über die engeren Grenzen seiner Fachwissenschaft hinausgingen. Er trachtete insbesondere danach, die Ergebnisse der »modernen Physik«, ihre erkenntnistheoretischen Grundlagen und philosophischen Folgerungen einem breiten Publikum näherzubringen. So entstanden Einzelveröffentlichungen ebenso wie Sammlungen von Aufsätzen mit Titeln wie *Die Einheit des naturwissenschaftlichen Weltbildes* oder *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften*. Darüber hinaus hat Heisenberg drei größere Texte geschrieben, die sich mit philosophischen Fragen der Naturbeschreibung beschäftigen: die als Buch *Physik und Philosophie* (1958 bzw. 1959) veröffentlichten »Gifford Lectures« aus dem Wintersemester 1955/56; seine Erinnerungen *Der Teil und das Ganze* (1969); und den hier vorliegenden umfangreichen Essay, der vor der Herausgabe der *Gesammelten Werke* nur als Manuskript ohne Titel und Datum vorlag und hier erstmalig als Eigenpublikation vorgestellt wird.

Der Essay, den wir nach einer Charakterisierung des Autors in seinem Text »Ordnung der Wirklichkeit« nennen, entstand vor Ende des Jahres 1942 und stellt einerseits Heisenbergs früheste ausführliche, andererseits überhaupt seine thematisch umfassendste Äußerung zum philosophischen und erkenntnistheoretischen Inhalt des Weltbildes der modernen Physik dar. Wie nie vorher oder später versucht Heisenberg hier, die gesamte, dem Menschen entgegretende Wirklichkeit – die von den physikalischen und chemischen Erscheinungen über die biologischen Systeme bis hin zu den sozialen Ordnungen und den künstlerischen und religiösen Ideen reicht – systematisch zu beschreiben. Viele dieser Fragen werden zwar auch in späteren Schriften behandelt oder in den Erinnerungen *Der Teil und das Ganze* angesprochen, in

### 3 Einleitung

»Ordnung der Wirklichkeit« aber erscheinen sie in so origineller und programmatischer Zusammenstellung, dass wir diesen großen Essay als eine Art erkenntnistheoretisches Schlüsselwerk Heisenbergs bezeichnen dürfen.

Heisenbergs Text gliedert sich in drei Teile. Die Einleitung (Teil I) umreißt in drei Abschnitten die angesprochenen »Bereiche der Wirklichkeit«, die zur Beschreibung der Bereiche benutzte »Sprache« und die »Ordnung« der Bereiche. Im Hauptteil (Teil II) wird, nach einem einleitenden Abschnitt 1. über Goethes poetische Ordnung der Bereiche der Wirklichkeit – die Heisenberg den Anstoß zu seiner Abhandlung lieferte –, ein sechsteiliges Schema der Ordnung der Wirklichkeit aufgestellt, das sich vom niedersten Bereich her wie folgt aufbaut: 2. Die klassische Physik; 3. Die Chemie (einschließlich der Quantentheorie), 4. Das organische Leben; 5. Das Bewusstsein; 6. Symbol und Gestalt; 7. Die schöpferischen Kräfte. Im Schlussteil (Teil III) nimmt der Autor Stellung zu den politischen Verhältnissen der Zeit, in der die Beschäftigung mit der geschilderten Ordnung als eine Art »Trost der Philosophie« erscheinen mag.

Aufgabe dieser einleitenden Bemerkungen ist nicht, den vielgestaltigen Inhalt zu analysieren – das sei dem Leser selbst vorbehalten. Wir wollen jedoch einige wenige Hinweise geben, die vielleicht das Verständnis erleichtern und die Einordnung des Essays in die Tradition ähnlicher Schriften, in seine Entstehungszeit und Heisenbergs Biographie ermöglichen. Wir beschränken uns hier auf die Erörterung von drei Fragen: Zunächst, wie ordnet sich Heisenberg unter die philosophierenden Physiker seiner Zeit ein? Zweitens, wie und wann ist der vorliegende Text entstanden? Drittens schließlich weisen wir auf Folgerungen hin, die sich aus dem Text über einige besondere Ansichten des Autors ziehen lassen.

## Die philosophisch interessierten Physiker aus Heisenbergs Umgebung

Das Verhältnis von Physik und Philosophie, die im alten Griechenland aus einer gemeinsamen Wurzel entstanden waren, hatte sich in Mitteleuropa seit der Mitte des 19. Jahrhunderts wesentlich verschlechtert, wenn nicht völlig aufgelöst: Die exakte Naturwissenschaft hatte sich vor allen Dingen energisch gegen die spekulative Naturwissenschaft der Schellingschen Schule gewandt. Obwohl einige bedeutende Pioniere der neuen >>spekulationsfreien<< Physik wie Hermann von Helmholtz oder Ernst Mach wichtige erkenntnistheoretische Fragen erörterten, haben sich die Physiker im Allgemeinen auf ihre speziellen Aufgaben beschränkt und dadurch die physikalischen Kenntnisse gewaltig vertieft und erweitert. Die entscheidenden Veränderungen in den Grundlagen der Physik zu Beginn unseres Jahrhunderts, die die Quanten- und die Relativitätstheorie mit sich brachten, mussten aber eine Diskussion ihrer philosophischen Konsequenzen erzwingen, umso mehr als die frühere >>klassische Physik<< einen festen Platz in der philosophischen Aufarbeitung – etwa die Newton'sche Mechanik in der Kant'schen Kritik – gefunden hatte. Wieder begannen gerade diejenigen Physiker, die den Umbruch wesentlich gestaltet hatten, nämlich Albert Einstein und Max Planck, zuerst zur philosophisch-erkenntnistheoretischen Diskussion beizutragen. Wir wollen an dieser Stelle nicht auf die umfangreichen Auseinandersetzungen über die Relativitätstheorie eingehen, die der an Machs erkenntnistheoretischen Methoden geschulte Einstein auslöste, auch nicht auf die Debatten über die Grundlagen und Folgerungen der Quantentheorie, die noch heute fort dauern. Hier sei nur an einige wichtige Beispiele erkenntnistheoretischer und philosophischer Fragen erinnert, mit denen sich die Physiker aus Heisenbergs

Umkreis beschäftigten und die aus ihren fachlichen Ergebnissen hervorgingen.

Von Heisenbergs Lehrern in der Physik hat sich Arnold Sommerfeld kaum, Max Born erst spät in seinem Leben mit philosophischen Problemen beschäftigt. Das war bei Niels Bohr (1885–1962) ganz anders. Gerade von ihm sollte der junge Heisenberg, der nicht nur von seinem Freunde Wolfgang Pauli als »unphilosophisch« bezeichnet worden war, »eine philosophische Einstellung seiner Gedanken nach Hause bringen.« (Pauli an Bohr, 11. Februar 1924)<sup>1</sup>. Der Lehrer Bohr hatte Erfolg, wie Pauli später bestätigte: »Mit Freude habe ich auch wahrgenommen, dass Heisenberg in Kopenhagen bei Bohr ein bisschen das philosophische Denken gelernt hat und sich vom rein Formalen doch merklich abwendet.« (Pauli an Hendrik Kramers, 27. Juli 1925).

Bemerkenswerterweise hat Bohr bis etwa 1930 eigentlich gar nicht öffentlich zu über die reine Physik hinausgehenden Fragen Stellung genommen. Pauli hatte sich eher auf die besondere Art und Weise bezogen, mit der der Kopenhagener Physiker die Probleme der Quantentheorie anging, nämlich durch genaue und logisch saubere Diskussion der physikalischen Erscheinungen und ihrer Grundlagen. Diese Diskussion lernte Heisenberg dann in längeren Aufenthalten bei Bohr kennen und schätzen, ehe sie sich in dessen Vorträgen und Schriften für ein Publikum jenseits der Physik niederschlug. In den 1930er Jahren versuchte Bohr insbesondere, sein zuerst 1927 formuliertes »Komplementaritätsprinzip« – nämlich die Tatsache, dass gewisse Erscheinungen zwei sich gänzlich ausschließende Beschreibungen zulassen und erst die Zusammenschau der

---

<sup>1</sup>Die Zitate aus den Pauli-Briefen stammen aus *Wolfgang Pauli: Wissenschaftlicher Briefwechsel/Scientific Correspondence*, Band 1 und Band 2 (Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo, 1979 und 1985).

beiden »komplementären« Beschreibungsmethoden ein vollständiges Bild liefert – von der Atomphysik auf viele andere Gebiete zu erweitern: so diskutierte er chemische Probleme (1930), biologische Prozesse (1932, 1937, 1957, 1962) und das Verhältnis von Physiologie zur Psychologie (1938). Auch in die Untersuchung der menschlichen Kulturen (1938, 1954, 1960) versuchte er, den Komplementaritätsgedanken einzubringen. Bohrs Vorträge und Aufsätze wurden in zwei Bänden mit dem Titel *Atomphysik und menschliche Erkenntnis* (1958, 1966) gesammelt.

Heisenberg verdankte Bohrs erkenntnistheoretisch-philosophischen Erörterungen wesentliche Einsichten. Bereits in seinen ersten Publikationen für allgemeines Publikum schließt er sich in Inhalt und Form eng an die Gedankengänge seines Lehrmeisters in der Atomphysik an. Zum 50. Geburtstag von Niels Bohr schreibt er insbesondere:

»Für die Wissenschaftler, die das Glück gehabt haben, eine Zeitlang in Bohrs Institut in Kopenhagen arbeiten zu dürfen, ist ein anderer Teil seines Werkes [neben der Physik an sich] fast noch wichtiger: Die Schaffung einer geistigen Mitte, in der sich die verschiedensten Fäden der modernen Naturwissenschaft vereinigen und in Beziehung zu dem allgemeinen philosophischen Untergrund aller Wissenschaft treten. Der außerordentliche persönliche Einfluss, den Bohr auf seine Schüler ausgeübt hat und ausübt, liegt eben in dieser Einheitlichkeit des Denkens begründet, in dem jede wissenschaftliche Frage ebenso wie das Leben selbst auf die gleiche unveränderliche Mitte bezogen wird.«<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>W. Heisenberg, Niels Bohr zum fünfzigsten Geburtstage am 7. Oktober. 1935. *Naturwissenschaften* 23, 679 (1935); wieder abgedruckt in *Werner Heisenberg: Gesammelte Werke/Collected Works, Band CIV* (R. Piper Verlag, München-Zürich, 1986), S. 41.

Die angesprochene Mitte bildete natürlich das Komplementaritätsprinzip, das auch in Heisenbergs Denken eine zentrale Stelle einnahm.

Ein zweiter Begründer der modernen Atomphysik, der freilich nicht zu Heisenbergs akademischen Lehrern gehörte, hat ihn vor allem nach 1930 zunehmend durch seine Schriften über das Verhältnis von Physik zu philosophischen, politischen und religiösen Fragen beeinflusst: es war Max Planck (1858–1947), der Vater der Quantentheorie. Planck begann erst mit 50 Jahren, sich über Themen zu äußern, die über den physikalischen Inhalt hinausgingen: 1908 entwickelte er in seinem Leydener Vortrag »Die Einheit des physikalischen Weltbildes« eine polemische Haltung gegen die positivistischen und antiatomistischen Anschauungen Ernst Machs. Weitere Vorträge Plancks tragen bezeichnende Titel wie: »Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung« (1910), »Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit« (1914), »Kausalgesetz und Willensfreiheit« (1923), »Positivismus und reale Außenwelt« (1930), »Ursprung und Auswirkung wissenschaftlicher Ideen« (1933), »Die Physik im Kampf um die Weltanschauung« (1935), »Religion und Naturwissenschaft« (1937), »Determinismus und Indeterminismus« (1938), »Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft« (1941), »Warum kann Wissenschaft nicht populär sein?« (1942), »Wissenschaftliche Streitfragen« (1945) und »Scheinprobleme der Wissenschaft« (1946). Gerade die Tatsache, dass der weltweit geachtete und integre Gelehrte trotz persönlicher Ablehnung des »Dritten Reiches« in der für die Wissenschaft und die Wissenschaftler schwierigen Zeit nicht verstummte, sondern im Gegenteil seine Vortragstätigkeit ausbaute, gab vielen Fachkollegen und interessierten Laien einen bedeutenden geistigen und moralischen Rückhalt.

Der Entschluss, Deutschland nach 1933 nicht zu verlassen, ließ Heisenberg damals näher an Planck rücken, obwohl dieser in der physikalischen Interpretation der Quantenmechanik eher einen entgegengesetzten Standpunkt vertrat. So beendete Heisenberg eine Besprechung des Sammelbandes *Wege zur physikalischen Erkenntnis* (1933) mit den Worten: »Den Gesamteindruck, den die Lektüre der Planck'schen Vorträge hervorruft, möchte der Referent am liebsten dahin zusammenfassen, dass es eben jene religiös-sittliche Lebensauffassung ist, die letzten Endes die Stellung Plancks gegenüber der erkenntnistheoretischen Situation der modernen Physik bestimmt, die es ihm ermöglicht, einen geraden und fast zu sicheren Weg zu gehen auch dort, wo unermessliche erkenntnistheoretische Abgründe rechts und links vom Wege drohen.«<sup>3</sup> Mit dem »fast zu sicheren Weg« meinte Heisenberg vor allem Plancks entschiedenes Eintreten für die strenge Gültigkeit des Kausalgesetzes.

Heisenbergs positive Kritik rief den Tadel Paulis hervor: Er schrieb Heisenberg, ihm seien »manche Wendungen in [der] Besprechung des Planck'schen Buches unangenehm aufgefallen« – etwa das Zugeständnis Heisenbergs, die von Planck vertretene »Realität der Außenwelt« sei ein sinnvoller Begriff – und beschwor ihn: »Möge der Geist, der über Plancks wissenschaftlicher Produktion und seinem persönlichen Leben herrscht, in Deinen Publikationen und in Deinem Leben nicht allzu stark überhand nehmen!« (Pauli an Heisenberg, 29. September 1933)<sup>4</sup>. Pauli, der Planck dessen Polemik von 1908 gegen seinen Taufpaten Mach nie vergab, glaubte »Züge in Plancks

---

<sup>3</sup>W. Heisenberg, Max Planck: *Wege zur physikalischen Erkenntnis* (Buchbesprechung). *Naturwissenschaften* 21, 608 (1933); wieder abgedruckt in *Gesammelte Werke CIV*, S. 239.

<sup>4</sup>Siehe Zitat 1, Band 2, S. 214.



Aktivität« zu entdecken, die er »im tiefen – nicht oberflächlichen! – Sinne als schlampig« empfand. Er meinte nun, nicht nur den Wissenschaftler, sondern auch den Politiker Planck kritisieren zu müssen, der sich nach dem Regierungsantritt der Nationalsozialisten bemühte, einige Kollegen in Deutschland zu halten. Heisenberg stimmte zwar teilweise Paulis Einwänden gegen die Planck'sche Philosophie zu, nicht aber dem Tadel von Plancks politischer und moralischer Haltung. So endete seine Buchbesprechung aus dem Jahr 1935:

»Am Schluß betont Planck mit dem ganzen Ernst seiner Persönlichkeit, der ihn über den Bereich wissenschaftlicher Leistung hinaus zum Sprecher der deutschen Naturforschung macht, daß die Wissenschaft durch ihr eigentliches Wesen zur Wahrhaftigkeit erzieht und daß ihr mit dem Hüten dieses Erbes heute die wichtigste und größte Aufgabe gestellt wird.«<sup>5</sup>

Heisenberg fand nicht nur in der politischen und menschlichen Haltung Plancks eine Stütze, er nahm selbst zu den Themen von dessen Vorträgen und Aufsätzen Stellung – ja übernahm öfters die Titel –, wenngleich seine Folgerungen gelegentlich von denen des Vorbildes abwichen. Heisenberg wandte sich auch mit Planck gegen die »unentwegten Positivisten à la [Philipp] Frank«, während sein nahezu gleichaltriger früherer Göttinger Kollege Pascual Jordan (1902–1980) sich eindeutig zur positivistischen Methode bekannte. Jordan legte seit den 1930er Jahren eine größere Anzahl von Aufsätzen vor, in denen er die philosophischen Konsequenzen aus der Quantenmechanik zu ziehen versuchte. Die Titel seiner Bücher

---

<sup>5</sup>W. Heisenberg, Max Planck: Physik im Kampf um die Weltanschauung (Buchbesprechung). *Naturwissenschaften* 23, 321(1935); wieder abgedruckt in *Gesammelte Werke CIV*, S. 240.

geben Hinweise auf die Richtung, in die Jordan zielte: *Physikalisches Denken in der neuen Zeit* (1935), *Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens* (1945), *Eiweißmoleküle* (1947), *Verdrängung und Komplementarität* (1947), *Atom und Weltall* (1952) und *Der gescheiterte Aufstand* (1956). Jordan überschritt nach 1930 auch die Grenzen des Faches Physik durch seine Beiträge zur Biologie, mit denen er half, die sogenannte Treffertheorie der Genetik zu begründen. Jedenfalls galt er seinerzeit als ein Pionier der neuen interdisziplinären Biophysik.

Wolfgang Pauli (1900–1958) stand ebenfalls dem Positivismus nahe, besonders aber der erkenntnistheoretisch-kritischen Methode Ernst Machs. »Zur Orientierung der Philosophen möchte ich gleich bemerken, daß ich selbst keiner philosophischen Richtung angehöre, die einen mit den Silben >-ismus< endenden Namen trägt«, gestand er 1954 und erläuterte, er habe die Tendenz, »zwischen extremen Richtungen eine gewisse Mitte einzuhalten«<sup>6</sup> Pauli veröffentlichte selbst nur wenig über allgemeinere philosophische Probleme der Wissenschaft; so enthalten seine *Aufsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie* (1961) nur fünf derartige Titel, darunter die wichtigen Aufsätze »Phänomen und physikalische Realität« (1954), »Naturwissenschaftliche und erkenntnistheoretische Aspekte der Idee des Unbewußten« (zu C. G. Jungs 80. Geburtstag, 1954) und »Die Wissenschaft und das abendländische Denken« (1955).

Heisenberg profitierte oft entscheidend von der freimütigen Kritik des Freundes an seinen philosophischen Schriften: So veranlasste Pauli an einigen Stellen eine

---

<sup>6</sup>W. Pauli, Phänomen und physikalische Realität, in *Wolfgang Pauli: Aufsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie* (Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1961), SS. 93–101, bes. S. 93.

Verschärfung der Formulierungen im Aufsatz »Der Begriff >abgeschlossene Theorie< in der modernen Naturwissenschaft«<sup>7</sup>. Heisenberg hat seinerseits Paulis philosophischen Auffassungen eine ausführliche Darstellung gewidmet<sup>8</sup>; in ihr weist er besonders auf zwei gänzlich verschiedene Seiten im Wesen und Denken des Freundes hin: »Die Kraft der Faszination, die von Paulis Analysen physikalischer Probleme ausging, entsprang wohl nur zum Teil der bis ins einzelne durchsichtigen Klarheit seiner Formulierungen, zum anderen aber auch dem ständigen Kontakt mit dem Bereich produktiver geistiger Vorgänge [im Unbewussten], für die es noch keine rationale Formulierung gibt«<sup>9</sup>.

Unter den jüngeren Zeitgenossen Heisenbergs sei hier nur der Schüler Carl Friedrich von Weizsäcker (geboren 1912) angeführt, dessen Interesse an philosophischen Fragestellungen frühzeitig feststand: er wollte eigentlich Philosophie studieren, aber Heisenberg veranlasste ihn, als Grundlage erst einmal Physik zu lernen. Nach 1940 hat von Weizsäcker systematisch den Schwerpunkt seiner Arbeit auf die erkenntnistheoretische Analyse der neuen Theorien verlegt. In einem seiner ersten größeren Aufsätze über »Das Verhältnis der Quantenmechanik zur Philosophie Kants« schlug er bereits ein zentrales Thema an. Heisenberg, der früher Kant im Wesentlichen aus der Diskussion der Kausalität kennengelernt hatte, erhielt durch

---

<sup>7</sup>W. Heisenberg, Der Begriff »abgeschlossene Theorie« in der modernen Naturwissenschaft. *Dialectica* 2, 331–336 (1948), wieder abgedruckt in *Gesammelte Werke CI* (R. Piper Verlag, München 1984), SS. 335–340.

<sup>8</sup>W. Heisenberg, Wolfgang Paulis philosophische Auffassungen. *Naturwissenschaften* 46, 661–663 (1960); wieder abgedruckt in *Gesammelte Werke CIV*, S. 113–115.

<sup>9</sup>Zitat 8, S. 113. Pauli bezog sich insbesondere auf C. G. Jungs Archetypen und benutzte gelegentlich die Symbolik der Alchemisten.

seinen Schüler eine gründliche Vorstellung von der kritischen Philosophie, die sich an manchen Stellen in seinen eigenen Vorträgen und Schriften niederschlug.

Man kann sagen, dass seither unter den Physikern die Bereitschaft zurückgegangen ist, sich mit erkenntnistheoretischen Fragen oder philosophischen Folgerungen ihrer Wissenschaft zu beschäftigen. Andererseits haben die Diskussionen von Nichtphysikern – oft wenig durch genaues Wissen abgestützt – keineswegs aufgehört. Es wäre zu begrüßen, wenn der Austausch von Physik und Philosophie auch in Zukunft zu beider Nutzen auf ähnlichem Niveau fortgesetzt werden könnte wie zu den Zeiten Plancks, Einsteins, Bohrs, Schrödingers und Heisenbergs.

### **Zur Entstehung des Philosophie-Manuskriptes »Ordnung der Wirklichkeit«**

Mit der Bemerkung »Ich habe es in den ersten Kriegsjahren niedergeschrieben« umriss Heisenberg selbst die Entstehungszeit seines umfangreichen philosophischen Essays (Heisenberg an F. Kraus, 10. Februar 1947). Die Genesis seines Inhalts reicht aber viel weiter zurück. Wir wollen hier einige wesentliche Aspekte aus dieser Entstehungsgeschichte zusammenstellen.

Heisenberg begann unmittelbar nach seiner Entdeckung der Unschärferelationen (1927) über grundsätzliche Folgerungen nachzudenken, die sich aus ihnen für die menschliche Erkenntnis der Natur ergaben. Bezeichnenderweise richtete sich sein erster erhaltener Vortrag dieser Art, »Erkenntnistheoretische Probleme in der modernen Physik« (1928), an die Philosophen: Er skizziert darin die Schwierigkeiten, die die Ergebnisse von Relativitätstheorie (neue Auffassung von Raum und Zeit) und Quantentheorie (Komplementarität, Unschärferelation) der durch Kant formulierten

klassischen Erkenntnistheorie bereiteten<sup>10</sup>. Besonders das Verhältnis von Kausalgesetz und Quantenmechanik beschäftigte Heisenberg in den 1930er Jahren, angefangen mit seinem programmatischen Vortrag bei der Königsberger Naturforscherversammlung von 1930<sup>11</sup>. Daneben berichtete er gelegentlich von den vor allem von Niels Bohr vorgetragenen Erweiterungen der Komplementaritätsidee über die Atomphysik hinaus (Biologie, Psychologie) und formulierte seine Vorstellung von »abgeschlossenen Systemen« in der Physik, d. h. von Theorien, die mit einer gewissen Konsistenz und Vollständigkeit bestimmte Erfahrungsbereiche der Physik wiedergeben<sup>12</sup>.

Heisenbergs vermehrte Vortragstätigkeit nach 1933 außerhalb reiner Fachtagungen stand im Zusammenhang mit den ideologischen Angriffen, die von einflussreichen Stellen im »Dritten Reich« gegen die modernen physikalischen Theorien und ihre Vertreter gerichtet wurden. Heisenberg nahm einen hervorragenden Platz in der Verteidigung der als »jüdisch« abqualifizierten Physik ein. Die Auseinandersetzung, die Gelegenheit bot, die erkenntnistheoretischen Grundlagen zu vertiefen und die philosophischen Konsequenzen klarer darzustellen, endete schließlich in den ersten Jahren des Zweiten Weltkrieges mit einem Rückzug der gegnerischen, der sogenannten

---

<sup>10</sup>W. Heisenberg, Erkenntnistheoretische Probleme in der modernen Physik. In *Gesammelte Werke CI*, SS. 22–28.

<sup>11</sup>W. Heisenberg, Kausalgesetze und Quantenmechanik. Erkenntnis, zugleich *Annalen der Philosophie* 2, 172–182 (1931); wieder abgedruckt in *Gesammelte Werke CI*, SS. 29–39.

<sup>12</sup>Siehe dazu Heisenbergs Vortrag auf der Hannoverschen Naturforscherversammlung von 1934: »Wandlungen der Grundlagen der exakten Naturwissenschaft in jüngster Zeit«, veröffentlicht in *Angewandte Chemie* 47, 697–702 (1934), wieder abgedruckt in *Gesammelte Werke CI*, SS. 96–101.

»Deutschen Physik«, die von Philipp Lenard, Johannes Stark und ihren Anhängern propagiert worden war<sup>13</sup>.

Die dunkle, für Heisenberg auch persönlich und beruflich gefährliche Zeit von 1933 bis 1939 wurde durch Auslandsaufenthalte bei Freunden wie Niels Bohr in Kopenhagen und Wolfgang Pauli in Zürich aufgehell, ebenso durch den Verkehr mit gleichgesinnten Kollegen in Deutschland. Ein kleiner Kreis von Professoren der Leipziger Universität, dem Heisenberg angehörte, erlaubte einen entspannten und lehrreichen Austausch über Fragen, die über den engen Bereich der Spezialgebiete hinausgingen. Zu diesem »Coronella« genannten Kreis zählten neben Heisenberg der Kunsthistoriker Theodor Hetzer, der nordische Philologe Konstantin Reichardt, die Historiker Helmut Berve und Hermann Heimpel, der Archäologe Bernhard Schweitzer und die Altphilologen Friedrich Klingner und Wolfgang Schadewaldt. Man traf sich regelmäßig privat zu Vorträgen – die öffentlichen Akademie-vorträgen entsprachen oder Generalproben für diese darstellten – und anschließender zwangloser Diskussion. Heisenberg hat später die Verbindung mit den Mitgliedern der »Coronella« über lange Jahre aufrechterhalten.

Am 1. September 1939 begann der Krieg, und Heisenberg wurde einige Wochen später zum Heereswaffenamt nach Berlin einberufen. Man verpflichtete ihn, am geheimen deutschen Uranprojekt mitzuarbeiten und zunächst zu erkunden, ob man die Spaltung des Urankernes in einer Kettenreaktion für die Energiegewinnung oder Sprengstoffherstellung ausnutzen könne. Heisenbergs grundlegende theoretische Untersuchungen (Dezember 1939, Februar 1940) ließen die Möglichkeit einer Energieerzeugung

---

<sup>13</sup>Siehe auch den Aufsatz: W. Heisenberg, Die Bewertung der »modernen theoretischen Physik«, von 1940, veröffentlicht in *Zeitschrift für die gesamte Naturwissenschaft* 9, 202–212 (1943).

zu; die bis Anfang 1942 an verschiedenen Instituten im Deutschen Reich – besonders auch von Robert und Klara Döpel mit Heisenberg in Leipzig – durchgeführten Probenmessungen zeigten, dass eine »Uranmaschine« mit Natururan und schwerem Wasser (als Moderator) funktionieren würde. Als sich dieser Erfolg abzeichnete, schrieb Heisenberg an den »Coronella«-Kollegen Heimpel, dem er für den ihm zugesandten Band *Deutsches Mittelalter* dankte:

»Sehr gefallen hat mir in Ihrem Buch die Stelle über das Zeitgefühl des Mittelalters, im Gegensatz zu unserer Epoche. Dabei kam mir im Augenblick der Gedanke, es könnte sich in naher Zukunft noch einmal eine solche Umwandlung vollziehen. Denn vielleicht erkennen wir Menschen eines Tages, daß wir tatsächlich die Macht besitzen, die Erde vollständig zu zerstören, daß wir also durch eigene Schuld durchaus einen »jüngsten Tag« oder so etwas, was ihm nahe verwandt ist, heraufbeschwören können. Doch es ist wohl noch Phantasterei, das zu denken.« (Heisenberg an Heimpel, 1. Oktober 1941)

Die »Phantasterei« – Heisenberg meinte wohl die Atombombe – lag näher, als er sich vorstellte. In Deutschland blieb es allerdings den Physikern erspart, den Weg zur Bombe einzuschlagen.

Die intensiven Bemühungen der ersten beiden Kriegsjahre um das Uranprojekt, für die Heisenberg ständig zwischen Leipzig und Berlin hin- und herreiste, ließen ihm wenig Zeit, an anderen Problemen seiner Wissenschaft und darüber hinaus zu arbeiten. Allerdings brachte es seine Stellung als Berater am Kaiser Wilhelm-Institut für Physik – in dem damals die zentrale Leitung der deutschen Uranarbeiten vom Heereswaffenamt eingerichtet worden war – mit sich, dass er während der Semester dort

Kolloquien über verschiedene Themen einrichten konnte, so im Sommersemester 1941 ein »biologisch-physikalisches Kolloquium« mit Vorträgen über Strahlungsbiologie (Referenten u. a. N. W. Timoféeff-Ressovsky, Ernst Zimmer und Karl Friedrich Bonhoeffer) und die »Physik bzw. Chemie der Eiweißstoffe« (Referenten u. a. Adolf Butenandt, Karl Wirtz, Heisenberg und Carl Friedrich von Weizsäcker). Zu diesen Kolloquien lud Heisenberg auch Pascual Jordan ein, der damals beim Flugstützpunktkommando Bremen-Neuenlanderfeld Militärdienst tat. Weitere Kolloquien beschäftigten sich mit kosmischer Strahlung und Elementarteilchentheorie (ab Wintersemester 1941/42); ein Teil dieser Vorträge wurde ausgearbeitet und in dem Buch *Kosmische Strahlung* 1943 veröffentlicht.

Die Kriegsarbeit und die Nebenbeschäftigungen schränkten Heisenbergs Vortragstätigkeit etwas ein. Auf einer seiner wenigen Auslandsreisen während der ersten Kriegsjahre sprach er am 5. Mai 1941 in Budapest über »Die Goethe'sche und die Newton'sche Farbenlehre im Lichte der modernen Physik«<sup>14</sup> Das Thema war ihm nicht neu, denn Elisabeth Heisenberg erinnert sich:

»Als wir heirateten, zeigte mir mein Mann eines Tages Bilder, die er wohl verwahrt in seinem Schreibtisch liegen hatte. Es waren einzelne Blumenbilder, die aber offensichtlich in einem inneren Zusammenhang standen. Diese Bilder waren gemalt von der Leipziger Malerin Hildegard Kress. Sie hatte in der Akademie einen Vortrag meines Mannes gehört über die Goethe'sche Farbenlehre und war

---

<sup>14</sup>W. Heisenberg, Die Goethe'sche und die Newton'sche Farbenlehre im Lichte der modernen Physik. Geist der Zeit. Wesen und Gestalt der Völker (Hochschule im Ausland), *Neue Folge*, 19, 261–275 (1941); wieder abgedruckt in *Gesammelte Werke CI*, SS. 146–160.