

Gregor Schiemann

## Werner Heisenberg

Werner Heisenberg (1901–1976) ist eine der Schlüsselfiguren der modernen Physik. Er schuf entscheidende konzeptuelle Voraussetzungen für die Beherrschung von Prozessen, ohne die die technische Zivilisation der modernen Welt nicht denkbar wäre. Thema dieser Einführung in sein Leben und Denken sind die Erfahrungen und Überlegungen, die ihn zu seinen wichtigsten theoretischen Erkenntnissen geführt haben, die wesentlichen Inhalte dieser Erkenntnisse sowie die Konsequenzen für das Verständnis der Physik und für das wissenschaftliche Weltbild überhaupt.

*Gregor Schiemann* ist Professor für Philosophie mit dem Schwerpunkt Theorie und Geschichte der Wissenschaften am Philosophischen Seminar der Bergischen Universität Wuppertal.

Die Reihe *Denker* wird herausgegeben von Otfried Höffe.

Verlag C. H. Beck

## Inhalt

Abkürzungen und Zitierweise .....	7
Vorwort .....	9
Einführung .....	12
<b>I. Biographie</b> .....	<b>17</b>
<b>II. Quantenmechanik</b> .....	<b>30</b>
1. Krise der Atomphysik .....	30
2. Matrizenmechanik .....	38
3. Philosophie als Geburtshelferin einer neuen Physik? .....	44
4. Unbestimmtheitsrelation .....	46
a) Vorgeschichte der Unbestimmtheit: Drei Höhepunkte der Atomphysik zwischen 1925 und 1927 .....	47
b) «Über den anschaulichen Inhalt der quanten- theoretischen Kinematik und Mechanik» .....	50
<b>III. Philosophie der Physik</b> .....	<b>59</b>
1. Geschichte und Erkenntnis der Physik .....	60
a) Methodische Ursprünge: Mathematik und Experiment .....	60
b) Eingeschränkte Objektivität der modernen Physik .....	63
c) Zunehmende Abstraktion der physikalischen Erkenntnis .....	67
2. Konzeption der abgeschlossenen Theorien .....	70
3. Platonische Ontologie .....	78
<b>IV. Wissenschaftliches Weltbild</b> .....	<b>84</b>
1. «Ordnung der Wirklichkeit» .....	84
a) «Schweben über grundloser Tiefe» .....	87
b) Ein Schichtenmodell der erfahrbaren Welt .....	93
c) Die Verschiebung der Wirklichkeit im 20. Jahrhundert .....	110
2. Technik und Verantwortung .....	114
a) Naturwissenschaft und Technik .....	115
b) Technische Zivilisation .....	118
c) Verantwortung der Wissenschaft .....	125

Originalausgabe

© Verlag C. H. Beck oHG, München 2008  
Gesamtherstellung: Druckerei C. H. Beck, Nördlingen  
Umschlagentwurf: + malsy, Willich  
Umschlagabbildung: Heisenberg 1924 in Göttingen,  
Foto: © bpk  
Printed in Germany  
ISBN 978 3 406 56840 4

[www.beck.de](http://www.beck.de)

V. Wirkungen.....	129
-------------------	-----

Anhang.....	134
1. Zeittafel.....	134
2. Literatur.....	136
3. Anmerkungen.....	144
4. Bildnachweis.....	150
5. Sachregister.....	151
6. Personenregister.....	155

## Abkürzungen und Zitierweise

Die meisten Schriften Werner Heisenbergs sind in den *Gesammelten Werken* (hg. von W. Blum, H.-P. Dürr, H. Rechenberg. Berlin u. a. 1984 ff.) veröffentlicht, die sich in drei Abteilungen gliedern:

A: Wissenschaftliche Originalarbeiten (3 Bände)

B: Wissenschaftliche Übersichtsartikel, Vorträge, Bücher (1 Band)

C: Allgemeinverständliche Schriften

(Bd. I: Physik und Erkenntnis 1927–1955, Bd. II: Physik und Erkenntnis 1956–1968, Bd. III: Physik und Erkenntnis 1969–1976, Bd. IV: Biographisches und Kernphysik, Bd. V: Wissenschaft und Politik)

Auf die Texte, die in den *Werken* enthalten sind, wird durch die Angabe der Bezeichnung des Bandes und gegebenenfalls der Seitenzahl verwiesen (z. B. CI: 96 ff.). Ansonsten stehen Heisenbergs Name, die Jahreszahl der Erstveröffentlichung und gegebenenfalls die Seitenzahl für die im Literaturverzeichnis unter a) genannte Quelle (z. B. Heisenberg 1971: 195 f.). Nach dem gleichen Muster wird die Literatur anderer Autorinnen und Autoren zitiert (z. B. Cassidy 1995: 316), die im Literaturverzeichnis unter den Abteilungen b) bis c) und im Personenregister aufgeführt sind.

## Vorwort

Zu Anfang des vergangenen Jahrhunderts entstehen zwei Theorien der Physik, die Relativitätstheorie und die Quantenmechanik, die die Physik und darüber hinaus die moderne Welt tiefgreifend verändern. Bis heute tragen sie entscheidend zur Entwicklung von neuen Technologien in nahezu allen gesellschaftlichen Bereichen bei. Nicht weniger grundlegend ist ihr Anteil am Wandel des Weltbildes und des Wissenschaftsverständnisses der Moderne. Zur Beschreibung der Natur haben sie neue Begriffe des Raumes, der Zeit und der Materie eingeführt. Zugleich haben sie den Glauben an die Wahrheit der wissenschaftlichen Erkenntnis erschüttert. Mit der Entstehung der modernen Physik ließen sich die umfassenden Geltungsansprüche der klassischen Theorien nicht mehr aufrechterhalten. Dadurch hat die Einsicht in die grundsätzliche Revisionsfähigkeit der wissenschaftlichen Erkenntnis, deren Anfänge ins 19. Jahrhundert zurückreichen, Auftrieb erhalten.

Eine der Schlüsselfiguren der Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte der modernen Physik ist Werner Heisenberg. Die vorliegende Monographie will allgemeinverständlich in sein Denken einführen. Thema werden die Erfahrungen und Überlegungen sein, die Heisenberg zu seinen wichtigsten theoretischen Erkenntnissen geführt haben, die wesentlichen Inhalte dieser Erkenntnisse sowie die Konsequenzen, die er daraus für das Verständnis der Physik und das wissenschaftliche Weltbild gezogen hat. Außerdem werden Heisenbergs Gedanken zur Rolle der Naturwissenschaft in der modernen Gesellschaft und zur technischen Zivilisation dargestellt.

Heisenberg beteiligte sich an der Gestaltung der Forschung seiner Disziplin, an der technischen Umsetzung von physikalischem Wissen sowie an wissenschaftspolitischen Auseinandersetzungen. Sein Denken entwickelte sich in bewegten Zeiten. Während des Nationalsozialismus hatte er etwa an den Forschungen zur Entwicklung einer deutschen Atombombe mitgearbeitet, nach dem Krieg setzte er sich für den Verzicht auf Atomwaffen ein. Historische Kontexte werden in dieser Einführung aber nur so weit berücksich-

tigt, wie sie für das Verständnis von Heisenbergs Denken relevant sind.

Heisenberg handelte nicht nur unter veränderlichen Rahmenbedingungen, er maß dem Wandel der Geschichte in seinen Reflexionen über die Wissenschaft und die moderne Welt auch eine herausragende Rolle zu. Den Ausgangspunkt bildete die Überzeugung, die moderne Physik sei durch einen Bruch von den vorangehenden Theorien getrennt. Er kann deshalb als Mitbegründer für die bis in die Gegenwart sehr einflußreiche Auffassung einer un stetigen Entwicklung der wissenschaftlichen Erkenntnis gelten, die prominent von Thomas S. Kuhn vertreten wird. Auch bei Heisenberg führte die Wahrnehmung einer Diskontinuität der modernen Theoriebildung zur Infragestellung des uneingeschränkten Geltungsanspruches der wissenschaftlichen Wahrheit. Die geltungsrelativierende Historizität, die bei ihm Eingang in den Wahrheitsbegriff fand, trägt sich durchaus mit einer Physikauffassung, der es vor allem um die Berechenbarkeit und Beherrschbarkeit von Phänomenen geht. Doch Heisenberg ist zugleich auch Vertreter einer klassischen Wissenschaftskonzeption, die zu einem letztgültigen Verständnis der Natur kommen will. In eben diesem Spannungsverhältnis, das sein Denken durchzieht, steht er immer noch stellvertretend für einen Großteil der heutigen Wissenschaftler.

Heisenbergs Denken hat in meinem beruflichen Werdegang eine vermutlich nicht geringe Rolle gespielt. Er gehörte zu den Autoren, die während der Zeit meines Physikstudiums mein Nachdenken über die moderne Wissenschaft förderten und mir einen Weg zur Philosophie zeigten. Seine Vorstellungen von der Wandlung des Wissenschaftsbegriffes und die von ihm entwickelten pluralen Sichtweisen gehörten zu den Voraussetzungen meiner eigenen philosophischen Arbeiten. Seminare über Heisenbergs Natur- und Wissenschaftsphilosophie an verschiedenen Universitäten sowie Vorträge über Heisenbergs Konzept der abgeschlossenen Theorien und seinen Platonismus sind der Erstellung dieser Einführung vorgegangen. Ich danke den Teilnehmerinnen und Teilnehmern an diesen Veranstaltungen für ihre Anregungen.

Über Heisenbergs Leben und Werk sind bereits sowohl detaillierte wie umfangreiche Darstellungen erschienen. In ihnen habe ich zahlreiche Beschreibungen der Kontexte, in denen sich sein Denken entwickelte und mit denen es sich auseinandersetzte, ge-

funden. Die Arbeiten von Alisa Bokulich, David C. Cassidy, Mélanie Frappier und Cathryn Carson waren mir dabei besonders wichtig. Ich danke Otfried Höffe für die Einladung, dieses Buch für die Reihe «Denker» zu schreiben. Für die Lektüre des Manuskriptes und die damit verbundenen Hinweise zu seiner Verbesserung danke ich Kai Beuerbach, Sidonia Blättler, Dieter Hoffmann, Makoto Katsumori, Holger Lyre, Gerhard Rammer, Helmut Rechenberg, Martina Schneider und Michael Stöltzner. Philip Flock und Mirca Szigat danke ich für ihre Hilfe bei der Fertigstellung des Manuskriptes und des Sachregisters.