

Reihe „Objekt des Monats“, Website der ThULB Jena, begonnen Februar 2014

Objekt des Monats Dezember 2021

Kirsten Gerth

Werner Heisenberg: Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie. Leipzig: Hirzel, 1930

Am 5. Dezember vor 120 Jahren wurde Werner Heisenberg (1901-1976) in Würzburg als zweiter Sohn des Byzantinisten August Heisenberg und seiner Frau Annie geboren.

Nach dem Abitur studierte Heisenberg ab dem Jahr 1920 Physik bei Arnold Sommerfeld (1868-1951) an der *Ludwig-Maximilians-Universität* in München, wo er schnell mit der Quanten- und Relativitätstheorie vertraut wurde. Im Nebenfach belegte er Mathematik und Astronomie. Im Jahr 1923 erlangte der erst 21-jährige mit einer Arbeit zur Hydrodynamik die Doktorwürde, wechselte nach Göttingen, wo Max Born (1882-1970) tätig war, für den er bereits 1922/23 als persönlicher Assistent gearbeitet hatte, und besuchte von dort aus Niels Bohr (1885-1962) in Kopenhagen. Nur ein Jahr später erfolgte in Göttingen Heisenbergs Habilitation mit einer Arbeit zum anomalen Zeeman-Effekt. Seine 1925 in der *Zeitschrift für Physik* erschienene Arbeit "Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen" gilt als Ausgangspunkt für die neue Quantenmechanik. Im Verlauf des Winters 1926/27 gelang es Bohr und Heisenberg, ein philosophisch-physikalisches Verständnis der Atome und damit ein Begreifen der Quantenmechanik zu erarbeiten, das unter dem Namen "Kopenhagener Deutung" bekannt wurde, allerdings ohne dass es einen von beiden verfassten Text dazu gibt. Im Herbst 1927 trafen sich in Brüssel 29 ausgewählte Physiker (darunter befanden sich 17 Wissenschaftler, die den Nobelpreis bereits erhalten hatten, oder im Laufe der Jahre noch bekommen sollten), um über Elektronen und Photonen, also über Teilchen, die zugleich Wellen waren, zu diskutieren. Möglich war dies, weil der belgische Industrielle Ernst Solvay (1838-1922) im Jahr 1911 Mittel bereitgestellt hatte, um in Brüssel internationale Treffen von Physikern auf höchstem Niveau durchzuführen.

Im Oktober 1927 wurde der 25-jährige Heisenberg auf den Lehrstuhl für Theoretische Physik der Universität Leipzig berufen, wo er bis 1942 als Ordinarius und Direktor des *Theoretischen Physikalischen Instituts* tätig war. Zusammen mit Peter Debye (1884-1966), Friedrich Hund (1896-1997) und Bartel Leendert van der Waerden (1903-1996) schuf er in Leipzig ein Zentrum der Atomphysik. Durch die plötzliche Wiederbelebung der Physik in Leipzig stieg die Zahl der Physikstudenten stark an. Das Institut gehörte zu den Zentren der neuen Quantenphysik, in denen eine neue Physikergeneration ganz im Kopenhagener Geist heranwachsen sollte. Physiker aus aller Welt interessierten sich für die Möglichkeiten, die neue Wissenschaft auf zahlreichen Gebieten der Physik anzuwenden und sie auch auf andere Disziplinen zu übertragen. In den Jahren zwischen 1928 und 1931 gelangen Heisenberg und seinen Schülern eine Reihe wichtiger Beiträge zur Theorie der Moleküle und Metalle. Zusammen mit seinem langjährigen Diskussionspartner Wolfgang Pauli (1900-1958) war

Heisenberg maßgeblich an der Ausarbeitung der relativistischen Quantenmechanik und der Quantenfeldtheorie beteiligt.

Heisenberg hatte sich für das Sommersemester 1929 in Leipzig beurlauben lassen, um Vorlesungen an der Universität Chicago zu halten. Im Sommer 1930 erschien seine erste Buchpublikation unter dem Titel "Die Physikalischen Prinzipien der Quantentheorie" (Abb. 1), und zwar zugleich in englischer und deutscher Sprache. Im Vorwort schreibt er zur Entstehungsgeschichte seines Werkes: "Die Vorlesungen, die ich im Frühjahr 1929 an der Universität in Chicago zu halten hatte, gaben mir die Gelegenheit, noch einmal die Prinzipien der Quantentheorie zusammenfassend zu behandeln. Seit den abschließenden Untersuchungen Bohrs im Jahre 1927 hat sich an diesen Prinzipien nichts Wesentliches mehr geändert und manche neue Experimente haben wichtige Konsequenzen der Theorie bestätigt (Ramaneffekt). Trotzdem findet man noch heute bei vielen Physikern mehr eine Art Glauben an die Richtigkeit der neuen Prinzipien, denn ein klares Verständnis, und deswegen schien es mir gerechtfertigt, die in Chicago gehaltenen Vorlesungen in Form eines kleinen Buches herauszugeben." Das 117 Seiten starke Buch ist in fünf Kapitel unterteilt. An eine Einleitung schließen sich die Kritik der physikalischen Begriffe des Partikelbildes und des Wellenbildes sowie die statistische Deutung der Quantentheorie (Abb. 2) und die Diskussion wichtiger Experimente an. Im Anhang wird der mathematische Apparat der Quantentheorie erläutert.

Für seine Arbeiten zur Begründung der Quantenmechanik, deren Anwendung u.a. zur Entdeckung der alltropen Formen des Wasserstoffs geführt hat, erhielt Heisenberg den Nobelpreis für das Jahr 1932 (verliehen 1933). Er hat mit seinen grundlegenden Beiträgen zur Atom- und Kernphysik die Entwicklung der modernen Physik nachhaltig beeinflusst. Eng verflochten mit seinen physikalischen Überlegungen waren bei ihm immer auch philosophische.

Signatur: 8 Phys.IV,159/700

Literatur:

- Gregor Schiemann: Werner Heisenberg. München: Beck 2008.
- An Rettig: Heisenbergs und Paulis Quantenfeldtheorie von 1958. Wiesbaden ; [Heidelberg]: Springer 2020. (E-Book)
- Ernst Peter Fischer: Werner Heisenberg - ein Wanderer zwischen zwei Welten. Berlin ; Heidelberg: Springer Spektrum 2015.

Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek Jena
Bibliotheksplatz 2
D-07743 Jena
<https://www.thulb.uni-jena.de/>



Titelblatt

Klassische Theorie	Quantentheorie	
	Entweder	Oder
{ Raum-Zeitbeschreibung Kausalität	Raum-Zeitbeschreibung Unbestimmtheitsrelationen	Statistische Zusammenhänge Mathematisches Schema nicht in Raum und Zeit Kausalität

Statistische Deutung der Quantentheorie