

Werner Heisenberg

5. 12. 1901 – 1. 2. 1976

Werner Heisenberg hat durch sein Werk unsere Erkenntnis und unser Verständnis der Welt für immer verändert. Seine Quantenmechanik beschreibt *den* Aspekt der Welt, für den sie Gültigkeit beansprucht, vollständig, widerspruchsfrei, endgültig und einfach. Der Gültigkeitsbereich umfaßt die Atomphysik und deren Folge-Gebiete. Heisenberg hat die chemische Bindung als Folge der Quantenmechanik nachgewiesen. Durch seine Hypothese des Aufbaus der Atomkerne aus Protonen und Neutronen hat er die Gültigkeit der Quantentheorie auch dort begründet, obwohl es keine vollständige Theorie der Kernkräfte gibt. Die Quantenelektrodynamik, die insbesondere die Erzeugung und Vernichtung von Teilchen beschreibt, wurde von Heisenberg begründet. Seine Einsicht, daß alle Elementarteilchen als Manifestationen der Symmetrie-Eigenschaften eines Ur-Stoffes verständlich sein müssen, hat er durch eine einheitliche Feldtheorie zu konkretisieren versucht.

Dies sind Kernstücke seines wissenschaftlichen Werkes, das er zumeist im Dialog mit seinen Kollegen, seinen Mitarbeitern und seinen Schülern geschaffen hat. Es ist dennoch nicht weniger seines.

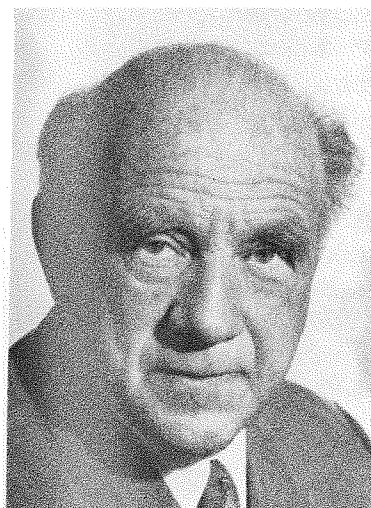
Werner Heisenberg wurde in Würzburg am 5. 12. 1901 geboren. Er ist in München aufgewachsen und hat sich immer als Münchner gefühlt. Seine Lebenserinnerungen „Der Teil und das Ganze“ und insbesondere seine Huldigung an diese Stadt als ihr Festredner zum 800. Gründungsjahr belegen dies. Er begann hier sein Studium der Physik bei Arnold Sommerfeld und machte bereits im 1. Semester bei der Lösung einer von Sommerfeld gestellten Aufgabe die wichtige Entdeckung der halbzahligen Quantenzahlen. 1923 promovierte er mit einer Arbeit aus dem ganz anderen Gebiete der hydrodynamischen Turbulenz. Er war schon zu dieser Zeit Mitglied jenes kleinen Kreises von Theoretikern, die – geleitet vor allem von den Daten der Atom-Spektroskopie – die Paradoxien der Quantelung aufzulösen versuchten. Der gleich alte Wolfgang Pauli gehörte dazu und wurde ein enger Gefährte, Anreger und Kritiker. Max Born bildete ein Zentrum dieses Kreises in Göttingen, dem Heisenberg gleich nach der Promotion beitrug. 1924 bereits wurde er Mitarbeiter Nils Bohrs in Kopenhagen. 1925 entwickelte er die Quantenmechanik aus dem Versuch, den Begriff der Bahnen der Elektronen im Atom gänzlich aus der Theorie zu eliminieren, da sie unbeobachtbar sind – die zu ihnen gehörigen Umlauffrequenzen, die im Bohrschen Atommodell wohlbestimmt sind, haben nichts mit den Frequenzen zu tun, die im optischen Spektrum beobachtet werden können. Diese Quantenmechanik wurde sogleich zu einem formalen Abschluß gebracht und von den Fachgenossen akzeptiert.

Die Interpretation der Gleichungen und Größen der Quantenmechanik, also ihr Zusammenhang mit experimentellen Fragen und Beobachtungs-Antworten, erfolgte in Diskussionen dieses Kreises und erhielt 1927 einen Abschluß mit Heisenbergs Unbestimmtheitsrelation. Die grundlegende Bedeutung der „Kopenhagener“ Interpretation für Physik und Erkenntnistheorie wurde sofort erkannt, die Bedeutung und Anwendbarkeit der konkreten Quantenmechanik eher zu niedrig eingeschätzt. Im gleichen Jahr 1927 wurde Heisenberg zum ordentlichen Professor der theoretischen Physik an der Universität Leipzig ernannt. Er wandte sich dort der Anwendung der Quantentheorie an *der* Stelle zu, an der die „naiven“ Quantelungen versagt hatten. nämlich dem

Mehr-Teilchen-Problem. Zunächst wurde das zweifache Spektrum des Heliums auf die Wechselwirkung der beiden Elektronen seiner Atomhülle zurückgeführt, wobei sich die an den Spin der Elektronen anknüpfenden Symmetrieeigenschaften als wichtiger erwiesen als die mit dem Spin direkt verbundenen Kräfte. Dieselben Überlegungen führten zur Klärung der Natur der chemischen Bindung, zunächst am einfachsten Fall des Wasserstoffmoleküls in seinen beiden allotropen Formen. Für dieses Ergebnis wurde Heisenberg der Nobelpreis des Jahres 1932 verliehen. Auch Heisenbergs Deutung des Ferromagnetismus erfolgte aus demselben Bild der Spin-abhängigen Wechselwirkungen.

Die Quantenmechanik erfüllte nicht die Forderungen der Relativitätstheorie, sie war daher in dem Bereich, in dem Geschwindigkeiten nahe der des Lichtes auftreten, nicht anwendbar. Diracs relativistische Theorie des Elektrons war zwar relativistisch, enthielt aber keine (echten) Wechselwirkungen. Eine relativistische Quantentheorie *mit* Wechselwirkung muß das Entstehen und die Vernichtung von Teilchen beschreiben können. Solche Systeme betrachtete Heisenberg zum ersten Male in der Arbeit von 1929 mit Pauli über Quantenelektrodynamik. Sie eröffnete die Ära der sogenannten Quanten-Feld-Theorie, die noch nicht abgeschlossen ist. Ihr kühnster Ansatz ist Heisenbergs zuerst 1957 formulierter Versuch, geleitet von Symmetrieüberlegungen zu einer einheitlichen Feldtheorie zu gelangen.

Die Entdeckung des Neutrons führte 1932 Heisenberg zu dem Postulat, daß dieses Teilchen gemeinsam mit dem längst bekannten Proton die Materie des Atomkernes bilde. Damit wurde die Quantenmechanik anwendbar auf die Physik der Kerne. Auch dieses hierdurch aufgeschlagene Kapitel ist noch nicht abgeschlossen. Besonders wichtig für die weitere Entwicklung des Verständnisses der Elementarteilchen war Heisenbergs Ansatz, in dem er Neutron und Proton als verschiedene Quantenzustände desselben Teilchens („Nukleon“) ansah. Damit ergab sich die Notwendigkeit über Kern-Reaktionen und Kern-Umwandlungen hinaus, Umwandlungen und Reaktionen der Elementarteilchen zu betrachten. Diese wurden zunächst durch Untersuchungen der auf die Erde einfallenden kosmischen Strahlung und dann mit Hilfe von Teilchenbeschleunigern zugänglich. Heisenbergs



Werner Carl Heisenberg
5. 12. 1901 – 1. 2. 1976

Versuche, insbesondere die (zunächst strittige) Vielfach-Erzeugung von Elementarteilchen in einem einzigen Stoß durch nicht-lineare Feldgleichungen zu beschreiben, mündete schließlich in die erwähnte einheitliche Feldtheorie von 1957. Die Arbeiten zur Kernphysik des Leipziger Kreises führten zuvor aber über phänomenologische Beschreibungen der Kerneigenschaften zu astrophysikalischen Untersuchungen über Energieerzeugung der Sterne und über die Erzeugung der chemischen Elemente. 1941 wurde Heisenberg als Nachfolger P. Debyes als Direktor an das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik berufen, das er (jetzt Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik in München) bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1970 leitete. Im Jahre 1941 gelang es dort erstmalig nachzuweisen, daß Energieerzeugung durch eine Kettenreaktion aus Kernspaltungen des Urans praktisch möglich ist, da bei Verwendung bestimmter Materialien und bei geeigneter Anordnung des Spaltstoffes die Zahl der bei den Spaltungen entstehenden und dann überlebenden Neutronen ausreicht, neue Spaltungen in steigender Zahl auszulösen. Die Wiederaufnahme dieser Arbeiten nach dem Jahre 1955 in diesem Institute war die Grundlage der Kernforschung und der Kerntechnik in Deutschland.

Als Mitglied zahlreicher wissenschaftlicher Organisationen und Gremien, insbesondere als Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, als Präsident der Göttinger Akademie der Wissenschaften, als Präsident der Alexander-von-Humboldt-Stiftung, als Mitbegründer der Deutschen Forschungsgemeinschaft, hat er entscheidend den Wiederaufbau der Wissenschaft in Deutschland nach dem letzten Krieg als Teil der Wissenschaft der Welt mitgestaltet.

Heisenbergs schöpferische Tätigkeit als Wissenschaftler sowohl wie die gestaltende Tätigkeit als Direktor seiner Institute, in der Wissenschaftsverwaltung und in der Wissenschaftspolitik, sind jedem, der mit ihm in Berührung gekommen ist, als Aspekt des Lebens eines Menschen absoluter Integrität, klarsten Denkens und großer Güte erschienen.

Arnulf Schli