Heisenbergs Weg zur Quantenmechanik

Nach einem sehr guten Abitur im Jahre 1920 hatte Werner Heisenberg zunächst vor, Mathematik zu studieren, aber das Vorstellungsgespräch bei Professor Ferdinand von Lindemann war nicht ermutigend. Daraufhin suchte er den Physikprofessor Arnold Sommerfeld, den Autor des damaligen Standardwerkes „Atombau und Spektrallinien“, in München auf, der ihn für ein Physikstudium begeisterte. Aufgrund seiner hohen Begabung bekam Heisenberg schon im ersten Semester die schwierige, aktuelle Forschungsaufgabe gestellt, aus den beobachteten Spektrallinien des anomalen Zeeman-Effekts das Termschema (d.h. die Energiestufen) eines Atoms zu erraten. Nach weniger als zwei Wochen hatte Heisenberg das Problem gelöst und rückte damit als erst 19-Jähriger in die vorderste Linie der Forschung vor.
1922 hörte er während eines Studienaufenthalts in Göttingen eine Vortragsreihe von Niels Bohr, dem Begründer der Quantentheorie des Atoms, und machte am Ende des dritten Vortrags einen Einwand, den Bohr nicht von der Hand weisen konnte.
Nach dem Vortrag forderte Bohr den jungen Studenten Heisenberg zu einem Spaziergang auf, der zu einer sehr anregenden Diskussion über die Quantenphysik führte. Nach seiner Promotion im Juli 1923 wurde Heisenberg Rockefeller-Stipendiat bei Max Born in Göttingen und folgte im Sommer 1924 einer Einladung Bohrs nach Kopenhagen, wo er mit Hendrik Kramers eine wegweisende Arbeit über die Streuung von Licht an Atomen schrieb. Im Anschluss daran setzte er sich das Ziel, die Bewegungsgesetze der Elektronen im Atom zu finden, da die Vorstellung einfacher Kreis- oder Ellipsenbahnen nicht mehr haltbar war. Als Leitfaden diente ihm dabei Bohrs Korrespondenzprinzip, das besagt, dass die Gesetze der neuen Quantentheorie so sein müssen, dass sie im Grenzfall großer Quantenzahlen in die klassischen Gesetze übergehen. Den Schlüssel zur Lösung dieser Aufgabe fand Heisenberg im Juni 1925.
Ein heftiger Anfall von Heuschnupfen zwang ihn, sich nach Helgoland zurückzuziehen. Dort arbeitete er Tag und Nacht an der „quantentheoretischen Umdeutung“ der klassischen Mechanik, bei der er die Vorstellung einer Bahnbewegung der Elektronen ganz fallen ließ. Heisenberg hatte den genialen Einfall, die Bewegungsgesetze unverändert aus der klassischen Mechanik zu übernehmen, aber die von ihm neu eingeführten Parameter a_{mn} durch die Matrixmultiplikation zu verknüpfen, die er auch auf Bohrs Quantenbedingung anwandte. Der letzte Prüfstein war die Erhaltung der Energie.
Den Durchbruch beschrieb Heisenberg später so :

„In Helgoland war ein Augenblick, in dem es mir wie eine Erleuchtung kam, als ich sah, dass die Energie zeitlich konstant war. Es war ziemlich spät in der Nacht. Ich rechnete es mühsam aus und es stimmte. Da bin ich auf einen Felsen gestiegen und habe den Sonnenaufgang gesehen und war glücklich.“

Am 9. Juli 1925 war die „Quantenmechanische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen“ fertig geschrieben. Heisenbergs „Matrizenmechanik“ wurde von Born, Jordan, Dirac und ihm selbst vervollständigt und erhielt 1926 ihre Bestätigung durch die unabhängig von Schrödinger entwickelte „Wellenmechanik“.

Quelle : „Werner Heisenberg und die moderne Physik“ von G. Rasche und B.L. van der Waerden, abgedruckt in „Physik und Philosophie“ von Werner Heisenberg, 5. Auflage, S. Hirzel Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart (1990).