

## 1. Die Entdeckung der Kernspaltung

Auf dem Solvay-Kongress von 1933 werden zwei wichtige Entdeckungen vorgetragen: Irène Joliot-Curie berichtet von der Erzeugung künstlicher radioaktiver Elemente, James Chadwick von seiner Entdeckung des Neutrons. Enrico Fermi erkennt, dass sich diese Teilchen zum Beschuss von Atomkernen eignen, da sie als elektrisch neutrale Teilchen nicht abgelenkt werden. Dadurch meint er, schwere Elemente erzeugen zu können und beginnt, systematisch Atomkerne mit Neutronen zu beschießen. Beim Beschuss von Uran stellt er einen anschließenden Beta-Zerfall; es muss ein schwereres Element entstanden sein.

Lise Meitner drängt daraufhin Otto Hahn, Fermis Versuche zu wiederholen. Lediglich Ida Noddack von der PTR äußert Zweifel an dessen Interpretation der Ergebnisse: „Es wäre denkbar, dass bei der Beschießung schwerer Kerne mit Neutronen diese Kerne in mehrere große Bruchstücke zerfallen.“ Ende 1934 wird Fritz Straßmann hinzugezogen (er arbeitet an Hahns Institut, weil er ein Angebot aus der Industrie ausgeschlagen hat, das eine Mitgliedschaft in einer Nazi-Organisation vorausgesetzt hätte. Die chemische Analyse der Reaktionsprodukte erwies sich als schwierig. Nach dem Anschluss Österreichs 1938 muss Meitner fliehen. Sie geht nach Schweden an das Institut von Manne Siegbahn (Physikalische Abteilung des Nobelinstituts). Seit 1937 arbeiten auch Joliot-Curie und Paul Savitch in Paris am Transuran-Problem. Mitte Oktober berichtet Joliot-Curie, eines der Zerfallsprodukte des beschossenen Urans sei Lanthan, das wesentlich leichter als Uran ist. Hahn kommentiert das mit „Jetzt ist die Dame ganz verrückt geworden.“ Er nimmt an, es sei Radium entstanden, aber kann bei einem Gespräch mit Bohr, Meitner und Frisch in Kopenhagen die Physiker nicht davon überzeugen. In Berlin nahmen Hahn und Straßmann die Versuche wieder auf und setzten, wie das bewährt war, der Lösung mit dem vermeintlichen Radium Barium zu. Dieses ließ sich dann aber nicht wieder abtrennen. Hahn und Straßmann stellen fest, dass sich ihr Ra nicht wie Ra, sondern wie Ba verhält. Dies schreibt er auch Meitner. Sie zweifelte nicht an den chemischen Fähigkeiten der beiden und gemeinsam mit ihrem Neffen Otto Frisch denkt sie sich eine physikalische Deutung aus. Das Wassertropfen-Modell des Atomkerns wird um die Ladung der Protonen erweitert. Beim Durchrechnen stellen Tante und Neffe fest, dass durch ein „Zerplatzen“ eines ausreichend positiv geladenen Urankerns große Energiemengen frei werden. Auch Hahn hatte sich in der Zwischenzeit zu dieser gewagten Deutung entschlossen.

Frisch hat dies Ergebnis Anfang Januar Niels Bohr mitgeteilt, der sofort mit der Deutung übereinstimmte und eilig nach Amerika aufbrach. Bohr berichtete am 26. 1. 1939 vor der American Physical Society in Washington über die Entdeckung der Uranspaltung. Bohr arbeitete im Jahr 1939 zusammen mit John Archibald Wheeler eine vollständige Theorie der Kernspaltung aus. Viele Hörer des Vortrags hält es nicht auf den Sitzen; sie verlassen die Konferenz vorzeitig und überprüfen die Ergebnisse selbst. Dabei stehen den Amerikaner viel stärkere Neutronenquellen zur Verfügung als Hahn in Berlin. Unterdessen wies Frédéric Joliot nach, dass bei der Kernspaltung von Uran Neutronen ausgelöst werden, die weitere Spaltungen einleiten können. Er hatte bereits Mitte Januar fast zeitgleich und unabhängig von Hahn zwei geladene Bruchstücke des Neutronenbeschusses in einer Ionisationskammer nachgewiesen. Noch 1939 erschienen über 100 wissenschaftliche Veröffentlichungen zu dem Thema.

Leo Szilard und Eugene Wigner erkannten, dass die Entdeckung militärisch genutzt werden könnte. Besonders Szilard war überzeugt, Deutschland wolle eine Atombombe bauen und machte sich daraufhin mit Edward Teller zusammen auf den Weg zu Einstein (cf. Film). Er nahm an, man könne, da Belgien besetzt war, aus dem Kongo große Mengen Urans beziehen. Wigner wusste, dass Carl Friedrich von Weizsäckers Vater eine hohe Stellung in der deutschen Regierung einnahm. Weizsäcker sagte später: „Ich möchte vor allem den einen Punkt unterstreichen, dass wir deutschen Kernphysiker gar nicht vor die Entscheidung gestellt worden sind, ob wir Bomben machen wollten oder nicht.“ Im Juni 1939 berechneten die deutschen Physiker Gottfried von Drost und Siegfried Flügge unabhängig von Meitner und Frisch die bei der Uranspaltung frei werdenden Energie. Flügge weist daraufhin, dass man diese Kernenergie vielleicht kontrollieren und nutzen könne. Von einer Bombe ist tatsächlich nicht die Rede.

1940 legte Frisch gemeinsam mit dem nach England emigrierten deutschen Physiker Rudolf Peierls der britischen Regierung ein Memorandum vor: „Über die Konstruktion einer ‚Superbombe‘ auf der Basis einer nuklearen Kettenreaktion des Urans.“ Sie hatten berechnet, dass weitaus geringere Mengen spaltbaren Materials ausreichen als ursprünglich angenommen. Nach Aussagen von Heisenberg und Weizsäcker haben die deutschen Physiker diesen Irrtum bis Kriegsende nicht erkannt.

## 2. Werner Heisenberg – Entwicklung und wissenschaftliche Bedeutung

Werner Heisenberg, am 5.12.1901 als Sohn eines Gymnasiallehrers und späteren Professors für Byzantinistik und Neogräzistik geboren, wird bereits früh als überaus ehrgeizig beschrieben. Er besuchte das Maximiliansgymnasium in München und begann in den wirren des Kriegsendes und kurz darauf,

Plato zu lesen. Zeit seines Lebens war er Anhänger Platos und zudem an den Geisteswissenschaften interessiert. Er studierte dann bei Sommerfeld (der Mathematiker Lindemann hielt für die Mathematik für „schon verdorben“, weil er ein Buch von Weyl gelesen hatte). In seinem ersten Studienjahr überzeugte er Sommerfeld, dass im anomalen Zeeman-Effekt halbe Quantenzahlen auftraten. Er arbeitete also von vorn herein an der vordersten Front der Forschung. Dort lernte er übrigens auch Wolfgang Pauli kennen. Bei Sommerfeld hat er sich nicht mit den philosophischen Hintergründen beschäftigen können (Sommerfeld hatte strikte Ansichten über Moral etc. aber er war durch und durch Physiker), das hat er erst bei Bohr gelernt, den er 1922 bei den „Bohr-Festspielen“ in Göttingen kennen lernte. Er wagte es, Bohr zu widersprechen und dieser nahm ihn auf einen Spaziergang mit: „Er versteht alles!“ soll Bohr danach begeistert ausgerufen haben. Heisenberg liebte Deutschland besonders wegen der Kultur und das bedeutete für ihn besonders Sprache und Musik. Er sagte später, dass er 1933 nicht emigriert sei, weil er fürchtete, außerhalb Deutschlands keinen kleinen Kreis für das gemeinsame Musizieren mehr zu finden. 1924 ging er nach Kopenhagen und lernte Dänisch (und Englisch). Die größte Leistung Heisenbergs bestand wohl im Übergang zur Quantenmechanik (1925), die auf der Elimination aller nicht direkt beobachtbaren Größen beruhte. Seine Göttinger Kollegen arbeiteten daran vor allem mathematisch-formal, während Heisenberg mit Bohr zusammen den physikalischen Kern der neuen Physik herausarbeitete (Kopenhagener Deutung). Eineinhalb Jahre lang diskutierten beide immer wieder heftig miteinander, bis Bohr das Komplementaritätsprinzip und Heisenberg die Unschärferelation fand.

Nach der Machtübernahme durch die Nazis und das „Gesetz zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums“, auf Grund dessen jüdische Dozenten ihre Stellen verloren, rang Heisenberg mit sich, ob er aus Protest seinen Lehrstuhl aufgeben sollte. Er wusste, dass dies die Emigration bedeutete. Er glaubte, damit nur Stellen im Ausland zu blockieren, die zwangsemigrierte Kollegen dringender bräuchten; außerdem wollte er bleiben, um – ähnlich wie Planck oder von Laue – nach der Nazi-Zeit die deutsche Wissenschaft wieder aufbauen zu können und die Kontinuität nicht völlig aufzugeben. Als er 1933 den Nobelpreis für 1922 erhielt, weigerte er sich, von den Nazis vereinnahmt zu werden, was ihm den Hass besonders Johannes Starks einbrachte. 1935 wurde Sommerfeld emeritiert. Er hielt an Heisenberg als seinem Wunschkandidaten trotz allen Widerspruchs fest und drängte ihn so weiter in das Zentrum des Interesses. Lenard griff ihn im „Völkischen Beobachter“ vom 29.1.1936 scharf an. Zusammen mit Max Wien und Hans Geiger gelang es ihm, 75 Professoren zur Unterschrift eines Memorandums zu bewegen, das die „deutsche Physik“ als für die Physik in Deutschland schädlich verurteilte. Am 14.7.1937 wurde Heisenbergs Berufung nach München (er hatte inzwischen geheiratet) durch den „Reichsdozentenführer“ kategorisch abgelehnt. Auch Starks Angriffe begannen nun erneut; Heisenberg wurde als „Ossietsky der Physik“ und „Weißer Jude“ bezeichnet. Er wusste, dass er etwas unternehmen musste und tatsächlich besuchte Heisenbergs Mutter Himmlers Mutter (Himmlers Vater und Heisenbergs Großvater waren am Münchner Gymnasium Kollegen gewesen). Er selbst wandte sich dann direkt an den Reichsführer SS, dessen Antwort ein Jahr auf sich warten ließ. Dann aber wurden alle weiteren Angriffe durch Organe der SS unterbunden und Heydrich wurde beauftragt auch beim Studentenbund und der Reichsstudentenführung für Heisenberg zu intervenieren.

### **3. Heisenberg und der „Uranverein“**

Dann trafen die Nachrichten von der Entdeckung der Uranspaltung und der gewaltigen Energien, die sie freisetzte, ein – und das Heereswaffenamt richtete seine Augen auf die Physik. Im Spätsommer 1939 wurde Heisenberg vom HWA einberufen (das war also ein Befehl!) und traf am 26.9.1939 in Berlin ein, um dort über ein Programm zur „Nutzbarmachung der Kernspaltung“ zu beraten. Es sollte geprüft werden, ob eine technische Verwertung der Uranspaltung möglich sei. Heisenberg sollte untersuchen, „wie er sich das mit der Kettenreaktion dachte“. Das Ergebnis hatte er nach zwei Monaten. Er nahm dabei an, man wolle einen Atomreaktor bauen und gab an, wie dieser aussehen müsste. Das HWA beschlagnahmte das KWI für Physik in Berlin-Dahlem und zwang Peter Debye zur Emigration. Neben Heisenberg wurden am „Uran-Projekt“ auch von Weizsäcker und Fritz Bopp beschäftigt. Der Heidelberger Walther Bothe und der Hamburger Professor Paul Harteck kamen nur zeitweise nach Berlin. Heisenberg blieb in Leipzig, wo die Anzahl seiner Studenten immer weiter abnahm. Er beschäftigte sich zusammen mit Robert Döpel weiter am Atomreaktor, dessen Vorläufer 1941 aufgebaut wurde. Es wurden dabei erstmals positive Neutronenproduktions-Koeffizienten nachgewiesen. Heisenberg war oberster Leiter des deutschen „Uranprojekts“ geworden. Er selbst war sehr glücklich darüber, sich weiterhin mit der Physik beschäftigen zu können und nicht an die Front zu müssen – ähnliches sagte später auch von Weizsäcker (auch Oppenheimer empfand vor allem die wissenschaftliche Verlockung des Bombenbaus).

Da Uran 235, der eigentliche Sprengstoff, nur zu 0,7% im natürlichen Uran enthalten ist und die Anreicherung eine große technische Herausforderung bedeutete, nahmen die Wissenschaftler zunächst an, eine Bombe zu bauen, sei nicht möglich. Im September 1941 aber waren Heisenberg und Weizsäcker sich sicher, dass man über das Plutonium einen Reaktor und dann auch eine Bombe bauen könnte – und dann könnten die Amerikaner das erst recht. Er wusste nicht, was er machen sollte und fuhr daher zu Niels Bohr, um Rat einzuholen (cf. Michael Frayns „Kopenhagen“ und vorher Ives Jami-aques „Die achte Todsünde“). Heisenberg sagte später, er habe Angst gehabt, zum Landesverräter zu werden; auch Bohr war klar, dass die beiden abgehört wurden. In Deutschland – anders als in Amerika – hatten die Wissenschaftler die Entscheidung über den Bombenbau „bis zu einem gewissen Grade“ in der Hand, da sich die Nazi-Wissenschaftspolitik selbst verstümmelt hatte. Die Regime-Spitzen wurden unzureichend informiert und erst am 4.6.1942 berichtete Heisenberg vor Albert Speer von den Fortschritten und Möglichkeiten des Uranprojekts. Er wies darauf hin, dass es technisch möglich aber ein ungeheurer Aufwand sei, der Jahre dauern und Milliarden verschlingen könnte. Da sein vordringliches Interesse war, dass die Physiker weiter mit dem Projekt beschäftigt waren, ohne dass es zu einem Rüstungsvorhaben höchster Dringlichkeitsstufe würde, beschritt er nun den Weg, immer wieder die technischen Schwierigkeiten zu betonen. Sicherlich hat er gelegentlich bedauert, dass er sich nicht um die Bombe bemüht hatte, aber er hat eben niemals um Unterstützung gebettelt – im Gegenteil. Er hat viel Glück gehabt, dass sein Spiel erfolgreich war. Nach jenem 4.6. wurde das Uranprojekt nur in bescheidenem Umfang weiter verfolgt.

Mitte April 1943 wurde das KWI nach Württemberg evakuiert. Man arbeitete nun unter der Schlosskirche von Haigerloch (als „Höhlenforschungsstelle“ getarnt). Erst Ende Februar 1945 kamen die letzten Lieferungen Urans und schweren Wassers an (Fermi hatte bereits am 2.12.1942 einen Reaktor gebaut). Es reichte immer noch nicht und die Physiker, das Ende des Krieges im Auge, begannen, über Fehler zu spekulieren: Ein kugel- statt eines zylinderförmigen Brenners etwa. Immerhin war Heisenbergs Voraussage über die Größe des Brenners für eine selbsterhaltende Kettenreaktion etwa richtig gewesen. Die amerikanische Alsos-Mission beeilte sich, Haigerloch vor den Franzosen zu erreichen und den Reaktor abzubauen. Die meisten Wissenschaftler, ebenso von Laue und Hahn wurden verhaftet (24.4.), Heisenberg war geflüchtet – zu seiner Familie nach Urfeld, wo er am 3.5. verhaftet und dann Goudsmit in Heidelberg vorgeführt wurde. Weder dieser noch die Alsos-Missions-Angehörigen wussten etwas vom Manhattan-Projekt, so dass Goudsmit Heisenberg auf dessen Frage antwortete, die Amerikaner hätten sich auf praxisnähere Entwicklungen konzentriert. Im Juli wurden die Wissenschaftler nach Farmhall in England gebracht, das für sie mit Abhöranlagen „bereitgestellt und hergerichtet“ (Bagge) war. Einzig Kurt Diebner ahnte etwas von den Mikrofonen. Diese Protokolle sind erst 1992 freigegeben worden.

### Literatur

Jungk, Robert: *Heller als tausend Sonnen: Das Schicksal der Atomforscher*, Scherz & Goverts Verlag, Stuttgart, 1956.

Jungk fühlte sich hinterher von Heisenberg „verraten“, er habe zur Verbreitung einer „Legende“ beigetragen.

Heisenberg, Werner: *Der Teil und das Ganze: Gespräche im Umkreis der Atomphysik*, R. Piper, München 1969.

Heisenberg selbst kommt mit dem Schluss, die deutschen Physiker hätten wohl Glück gehabt, dass ihnen der Bau der Bombe nicht möglich gewesen sei, weil sie niemals genug Material zusammenbekamen (warum auch immer!), der Wahrheit vermutlich sehr nahe.

Hermann, Armin: *Heisenberg*, Rowohlt Bildmonographie, Reinbek bei Hamburg, Mai 1976.

Heisenbergs Rolle in Nazi-Deutschland wird hier beschönigt dargestellt.

Heisenberg, Elisabeth: *Das politische Leben eines Unpolitischen: Erinnerungen an Werner Heisenberg*, R. Piper, München 1980.

Walker, Mark: *Die Uranmaschine: Mythos und Wirklichkeit der deutschen Atombombe*, Siedler, Berlin 1990.

Walker bietet eine einigermaßen ausgeglichene Sichtweise. Er hat außerdem weitere Bücher und Artikel zum Thema veröffentlicht.

Hoffmann, Dieter (Hrsg.): *Operation Epsilon: Die Farm-Hall-Protokolle oder die Angst der Alliierten vor der deutschen Atombombe*, Rowohlt, Berlin 1993.

Nach der Herausgabe dieser Protokolle ändert sich die Diskussion deutlich.

Powers, Thomas: *Heisenbergs Krieg*, Hoffmann und Campe, Hamburg 1993.

Powers bietet ein weiteres Heisenberg-freundliches Buch.

Eine weitere neue Wendung ist durch die Veröffentlichung der Briefentwürfe Niels Bohrs im Jahre 2002 eingetreten.

Wichtige Schriftsteller in diesem Zusammenhang sind weiterhin: Paul Lawrence Rose (sieht Heisenberg sehr kritisch), Gerald Holton (ebenso), Helmut Rechenberg, Cathryn Carson (hat eine Dissertation über Heisenbergs Rolle in Nachkriegsdeutschland angefertigt, 1995), David C. Cassidy (der amerikanische Heisenberg-Biograph schlechthin), ...