

Aktivitäten zum Bau von Uranmaschinen und Atombomben in Nazi-Deutschland

von Dipl.-Ing. Jürgen Schröter

1. Grundlagen der Atomphysik zur Energiegewinnung aus Kernenergie

Bahnbrechende Entdeckungen in der Atomphysik

Das ausgehende 19. Jahrhundert und die ersten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts waren eine einmalige Hochzeit in der Erforschung der Atomphysik mit bahnbrechenden Entdeckungen. Zu diesen gehörte:

- 1895 Wilhelm Conrad Röntgen entdeckt „eine neue Art elektromagnetischer Strahlung“, die **Gammastrahlen** (X-Strahlen, Röntgenstrahlen)
- 1896 Antoine Henri Becquerel entdeckt am Uran **radioaktive Strahlung**
- 1897 Sir Joseph John Thomson findet das **Elektron** und bestimmt seine Masse
- 1898 Marie Curie isoliert aus der Pechblende das **neue radioaktive Element Polonium** (Ordnungszahl = 84), später **Radium** (Ordnungszahl = 88)
- 1905 Albert Einstein legt 5 Arbeiten vor, darunter seine Dissertation ¹⁾ (21 Seiten) und die Arbeit zur **speziellen Relativitätstheorie** ($E = mc^2$)
- 1909 Ernest Rutherford klärt die Herkunft der von Becquerel entdeckten „Alphateilchen“ – die **Alphastrahlen** – und identifiziert den **Atomkern**
- 1913 Niels Bohr wendet die Planck'sche Quantenhypothese auf das **planetarische Atommodell** an
- 1927 Werner Heisenbergs **Unschärferelation** wird Grundlage der **Quantentheorie**
- 1932 James Chadwick entdeckt das **Neutron**
- 1938 Otto Hahn und Fritz Strassmann gelingt die **Kernspaltung des Urans**

Die Entdeckung der Kernspaltung

Mitte der 30er Jahre des 20. Jahrhunderts arbeiteten weltweit viele Physiker und Chemiker daran, Atomkerne verschiedener Elemente mit Neutronen zu beschießen und die daraus resultierenden „Kernreaktionen“ zu untersuchen.

Dies geschah auch im „Kaiser-Wilhelm-Institut“ ²⁾ in Berlin-Dahlem. Hier lehrte und forschte u.a. der deutsche Chemiker Otto Hahn (1879 – 1968). Bild 1 zeigt ihn zusammen mit seiner früheren Assistentin Lise Meitner (1878 – 1968), die als Jüdin 1938 nach Schweden emigrieren mußte. Bild 2 zeigt den Arbeitsplatz von Hahn, an dem er die nachfolgend beschriebenen Versuche durchführte.

¹⁾ Einstein kombiniert darin zwei ganz verschiedene Theorien: die klassische Theorie über bewegte Flüssigkeiten und Gase und die Theorie über Lösungen in Flüssigkeiten. Als Erster gibt er damit Antwort auf die Frage „Gibt es wirklich Atome?“

²⁾ Die früheren „Kaiser-Wilhelm-Institute“ heißen heute „Max-Planck-Institute“

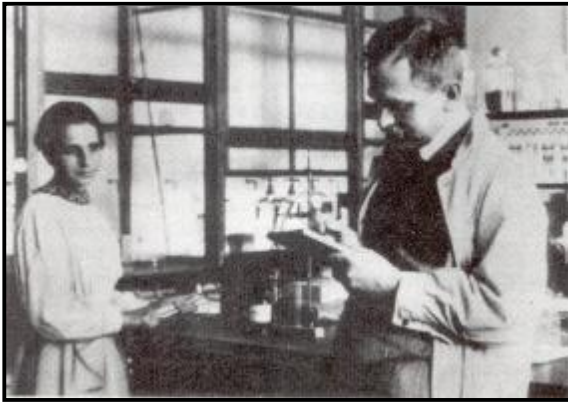


Bild 1: Otto Hahn und Lise Meitner (ca. 1913)

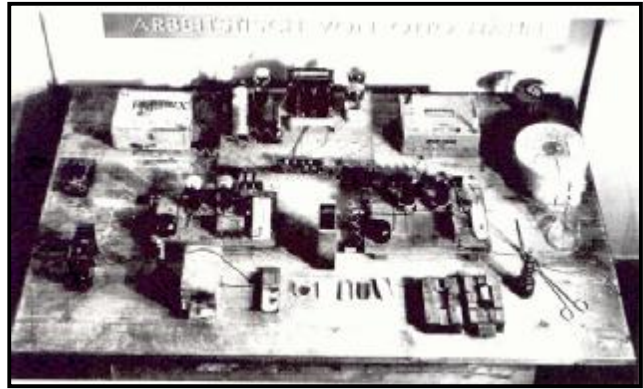
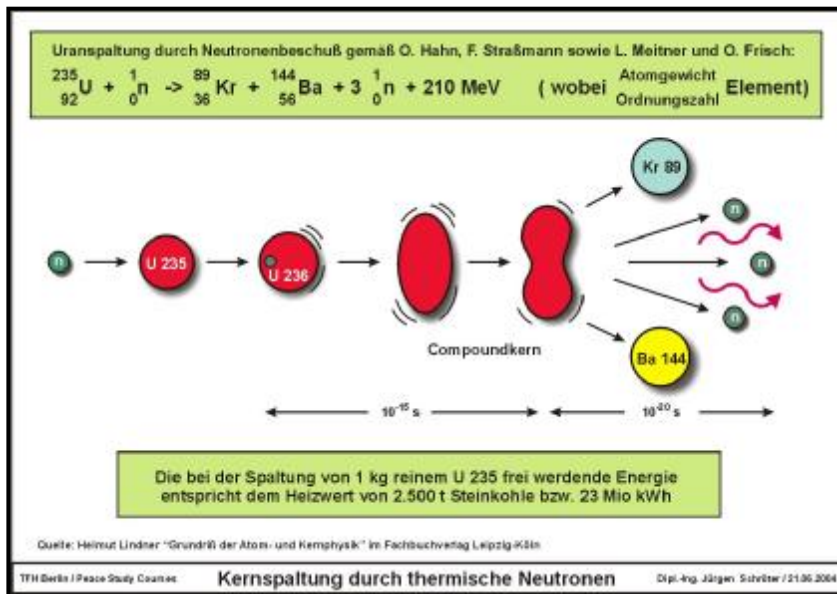


Bild 2: Arbeitstisch von Otto Hahn. Hier gelang ihm und Fritz Strassmann 1938 der Kernspaltung des Urans

Ende 1938 bestrahlten Hahn und Strassmann viele natürliche Elemente, u.a. das mit der höchsten Ordnungszahl 92, Uran, mit Neutronen (aus einer Radium-Beryllium-Quelle). Ziel dieser Versuche war es, „Transurane“³⁾ zu erzeugen.

Nach dem Beschuß von Natururan mit Neutronen analysierten Hahn und Strassmann chemisch die bestrahlte Probe und fanden zu ihrer Überraschung Barium, ein Erdalkalimetall, etwa halb so schwer wie Uran. Sie veröffentlichten die Arbeit unter dem sehr vorsichtigen Titel „Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle“.



Hahn informierte seine langjährige frühere Mitarbeiterin Lise Meitner schriftlich über die Ergebnisse. Gemeinsam mit ihrem Neffen Otto Frisch gelang es ihr, den neuartigen Prozeß der Kernspaltung theoretisch zu erklären. Sie veröffentlichten 1939 die Arbeit „Desintegration of uranium by neutron: a new type of nuclear reactions“. Barium und Krypton sind Spaltprodukte bei der Kernspaltung von Uran-235.

Bild 3: Kernspaltung von Uran-235 durch thermische Neutronen

³⁾ Transurane sind chemische Elemente mit einer höheren Ordnungszahl (Kernladungszahl) als der des Urans (92). Transurane werden künstlich hergestellt durch Beschießen der Atomkerne von Elementen hoher Ordnungszahl mit anderen Kernteilchen, z.B. Neutronen.

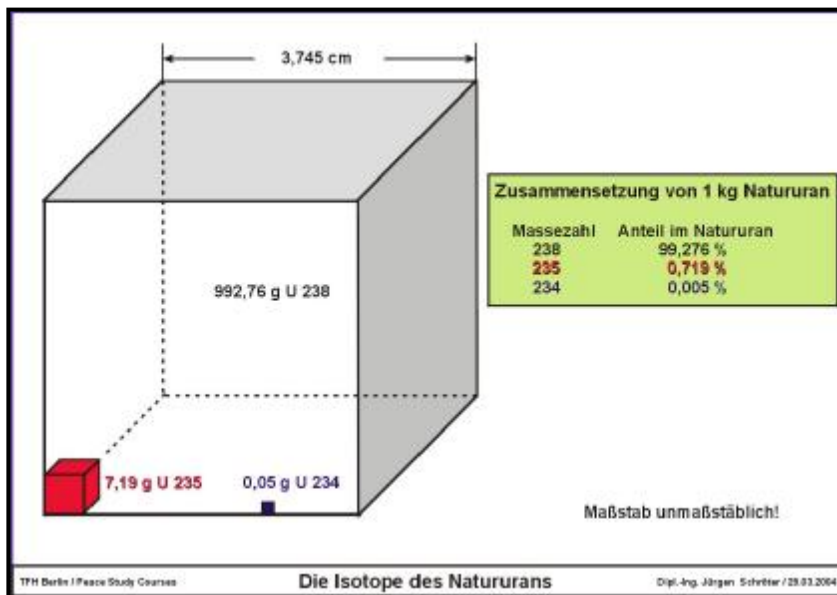
Die Versuche der Kernspaltung von Uran-Atomkernen durch den Beschuß mit Neutronen wurden an vielen Orten der Erde wiederholt, z.B. in Schweden und Dänemark (Meitner, Frisch), Frankreich (Frédéric Joliot) und Italien (Enrico Fermi). Die von Hahn und Strassmann veröffentlichten Ergebnisse wurden bestätigt.

Freisetzung von Energie durch Kernspaltung

Man erkannte sehr schnell, dass bei der Kernspaltung Energie frei wird. Die Summe der Massen der Spaltprodukte ist nämlich kleiner als die Masse des Urankerns (sog. „Massendefekt“). Nach der berühmten Einstein'schen Gleichung $E = mc^2$ findet man, dass bei der Kernspaltung **eines** U-235-Atomkerns 210 MeV erzeugt werden. Diese Energie ist um viele Zehnerpotenzen größer, als bei der Freisetzung von chemischer Energie, z. B. bei der Verbrennung. Daraus folgte die Erkenntnis, dass man den hohen Energiegewinn durch Kernspaltung technisch nutzen könne.

Kettenreaktion

Eine Analyse der Experimente von Hahn und Strassmann sowie von 11 anderen internationalen Arbeiten machte 1939 klar, dass bei der Spaltung von Uran-235 durch Neutronen ungefähr 3 Sekundärneutronen entstehen. Natürliches Uran besteht aus drei Isotopen (siehe Bild 4): Uran-234 (0,005 %), Uran-235 (0,7 %) und Uran-238 (99,276 %). Isotope eines chemischen Elements mit gleicher Ordnungszahl (Kernladung) haben gleiche chemische Eigenschaften, aber verschiedene Masse (unterschiedliche Zahlen an Neutronen). Niels Bohr und John Wheeler stellten fest, dass **nur** Uran-235 durch Neutronen gespalten werden kann. Dagegen bleibt ein einfallendes Neutron in Uran-238



stecken und eine Spaltung findet nicht statt ⁴⁾. Pro Spaltung eines Uran-235-Atomkerns können drei neue Neutronen entstehen (Sekundär-Neutronen) und diese können ihrerseits neue Spaltprozesse auslösen. Damit kann eine Kettenreaktion entstehen. Das Prinzip einer Kettenreaktion war damals seit langem aus der Chemie her bekannt.

Bild 4: Die Isotope des Natururans

⁴⁾ Allerdings kommt es hierbei zu anderen Reaktionen, siehe Kapitel „2. Weg: Plutoniumbombe aus einem Reaktor mit Natururan“

Kernreaktoren und Atombomben

Der deutsche Atomphysiker Siegfried Flügge veröffentlichte im Juni 1939 eine Arbeit „*Kann der Energieinhalt der Atomkerne technisch nutzbar gemacht werden?*“ Er kam zu dem Schluss, dass die Kernspaltung in Form einer Kettenreaktion in einer Uranmaschine (wie man damals die Kernreaktoren bezeichnete) zur Energiegewinnung ausgenutzt werden könnte. Von Flügge stammt der Vergleich „Wenn alle in einem Kubikmeter Uranoxid U_3O_8 vorhandenen Uranatome restlos gespalten werden könnten, würde dadurch ein Energiebetrag freigesetzt, der 1 Kubikkilometer Wasser 27 km hoch in die Luft heben könnte“ /1/.

Inzwischen waren weltweit etwa 100 Artikel über die Kernspaltung erschienen und in einem amerikanischen Review Artikel wurde auch über „katastrophale Kettenreaktionen“ spekuliert – also über die Atombombe.

2. Die Bedeutung der Kernenergie für Politik und Militär im 2. Weltkrieg

Am 1. September 1939 begann mit dem Einmarsch deutscher Truppen in Polen ein Krieg, der sich 1940 zum Gesamteuropäischen Krieg und im Dezember 1941 schließlich zum 2. Weltkrieg ausweitete ⁵⁾.

Bis zum September 1939 pflegten die Atomwissenschaftler über Veröffentlichungen ihrer Arbeiten und Kongresse einen internationalen Austausch über den aktuellen Stand ihrer Forschungen. Dies endete abrupt bei Kriegsbeginn. Über die Fortschritte in der Entwicklung von Uranmaschinen und Atombomben im Feindesland gab es fortan nur noch Vermutungen. Sicher ist jedoch, dass zu Kriegsbeginn die Forschung in Nazi-Deutschland weiter war als in anderen Ländern. Aber unter Geheimhaltung wurde ebenso in Frankreich, Großbritannien, den USA, Japan und der Sowjetunion an der Kernenergie geforscht.

Der „Uranverein“ wird gegründet

Bereits im Frühjahr 1939 hatten mehrere deutsche Wissenschaftler die wirtschaftlichen und militärischen Anwendungsmöglichkeiten der Kernspaltung zwei Behörden zur Kenntnis gebracht. Die Physiker Georg Joos und Wilhelm Hanle von der Universität Göttingen setzten sich mit dem Kultusministerium in Verbindung, das ihrerseits den Reichsforschungsrat im Ministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung informierte. Abraham Esau, ein technischer Physiker, dem die Fachsparte Physik im Rat unterstand, war von den Aussichten, die sich bei der Kernenergie boten, sehr beeindruckt. Er organisierte am 29. April 1939 eine Gründungsversammlung für einen „Uranverein“.

Der Industriephysiker Nikolaus Riel, ein früherer Schüler von Hahn und Meitner, nunmehr Leiter der Forschungsabteilung der Auer-Gesellschaft, machte die Wehrmacht auf die Kernenergie aufmerksam. Die Auer-Gesellschaft war an der Uranproduktion interessiert.

⁵⁾ Siehe Vorlesung „Pearl Harbor“ im Rahmen des „Hiroshima-Nagasaki Peace Study Course“

Auch Paul Harteck, der Berater des Heeres für chemische Sprengstoffe, und sein Assistent Wilhelm Groth nahmen zur Wehrmacht Kontakt auf. Sie wiesen auf die militärische Anwendung der Kernspaltungskettenreaktion hin, die um ein Vielfaches wirksamer sein würde als bisheriger Sprengstoff und die Nutzung für Deutschland eine „nicht einzuholende Überlegenheit“ bedeuten würde.

Nach Kriegsbeginn riß das Heer die Kernspaltungsforschung an sich und überträgt Kurt Diebner, einem Kernphysiker und Sprengstofffachmann beim Heereswaffenamt, die organisatorische und administrative Leitung des Uranvereins. Diebner nimmt Kontakt zu dem jungen Physiker Erich Bagge auf, der wiederum seinen Mentor Werner Heisenberg in Kenntnis setzt, die Lichtfigur der deutschen Atomphysik-Wissenschaft zu damaliger Zeit ⁶⁾. Heisenberg wurde Mitarbeiter im Uranverein und hierin der theoretische Kopf. Heisenberg zog u.a. Carl Friedrich von Weizsäcker ⁷⁾ hinzu. Die Forschungs- und Entwicklungs-Aktivitäten im Uranverein wurden an verschiedenen Orten des deutschen Reiches durchgeführt (s.u. Kapitel „Arbeitsgruppen im Uranverein“).

Es würde den Rahmen dieser Vorlesung sprengen, über alle Mitarbeiter, Rivalitäten, Aktivitäten sowie die technischen und finanziellen Probleme im Uranverein zu berichten. Ein Vorgang ist jedoch von besonderer Wichtigkeit: im Sommer 1940 hatten Forscher in Deutschland und den USA als Spaltprodukt das Element 93 identifiziert und hiervon zwei Typen /1/: eines mit einer Halbwertszeit von 23 Minuten und ein anderes, radioaktives mit einer von 2,3 Tagen. Es gelang der Nachweis, daß die Substanz mit der Halbwertszeit von 2,3 Tagen aus Uran-239 entstand. Bei weiteren Forschungen stieß man auf das Element 94 – dem Plutonium. Nach einer Theorie von Bohr ⁸⁾ und Wheeler sind Transurane leichter zu spalten als Uran-235, also potentielle Kernsprengstoffe. Siegfried Flügge, Fritz Houtermans und Carl Friedrich von Weizsäcker erkannten, daß zur Herstellung spaltbaren Materials eine Uranmaschine verwendet werden kann! Im Sommer 1940 legte von Weizsäcker das Problem in einem anschaulichen Bericht an das Heereswaffenamt dar. Er teilte unter Berufung auf Versuchsergebnisse mit, dass Uran-238 durch thermische (langsame) Neutronen gespalten und daher als Kernsprengstoff verwendet werden könne (vergleiche Bild 5).

Im Sommer 1941 meldet Carl Friedrich von Weizsäcker ein Patent zum Thema „Verfahren zur Energieerzeugung aus Uran-238“ an ⁹⁾. Hierin wird beschrieben, wie in einer Uranmaschine (Kernreaktor) waffenfähiges Plutonium-239 erzeugt werden kann.

Seitdem sind klare Unterscheidungen, ob die Wissenschaftler „nur“ an einer Uranmaschine, oder auch an der Entwicklung einer Atombombe (aus Pu-239) gearbeitet haben, schwierig wenn nicht gar unmöglich.

⁶⁾ Werner Heisenberg (1901 – 1976) erhielt 1932 den Physik-Nobelpreis für seine Arbeiten zur Quantenmechanik. Es war ihm gelungen, die „Newton'sche Mechanik“ so zu verändern, dass Quantelung und Diskretheit von Anfang an zu unverzichtbaren Bestandteilen der Atom-Beschreibung wurden

⁷⁾ Carl Friedrich von Weizsäcker (1912 – 2007), deutscher Physiker und Philosoph, war Assistent und Freund von Werner Heisenberg

⁸⁾ Nils Bohr (1885 – 1962), dänischer Atomphysiker, seit 1916 Professor und seit 1920 Direktor des Instituts für theoretische Physik an der Universität von Kopenhagen. 1913 gelang Bohr die Anwendung der Quantenhypothese von Max Planck auf das planetarische Atommodell von Ernest Rutherford und schuf das „Bohr'sche Atommodell“. 1922 Nobelpreis für Physik

⁹⁾ Faksimile der Patentanmeldung von Carl Friedrich von Weizsäcker siehe /9/ S. 324 ff.

Die drei Wege zur Atombombe

Grundsätzlich führen drei verschiedene Wege zur Atombombe (exakt: Kernspaltungsbombe, denn auch die Fusionsbomben/Wasserstoffbomben sind Atombomben):

1. Weg: Uranbombe

Wie oben beschrieben, läßt sich vom Uran **nur** das Isotop 235 spalten. Dieses kommt im Natururan jedoch nur zu 0,7 % vor. Für eine Bombe müßte der Anteil von U-235 im Sprengstoff aber bei über 90 % liegen! Diesen Weg der Erhöhung des U-235-Anteils bezeichnet man als Anreicherung. Da eine chemische Trennung nicht möglich ist (Isotope desselben chemischen Elements), ist eine Anreicherung nur auf physikalischem Weg möglich, z.B. durch Diffusions-, Gaszentrifugen- oder Trenndüsen-Verfahren möglich. All diese Wege waren und sind extrem aufwendig!

In den USA wurde dieser Weg erfolgreich gegangen ¹⁰⁾, in Nazi-Deutschland hingegen nicht, weil man ihn als zu schwierig, langwierig und teuer einstufte.

2. Weg: Plutoniumbombe aus einem Reaktor mit Natururan

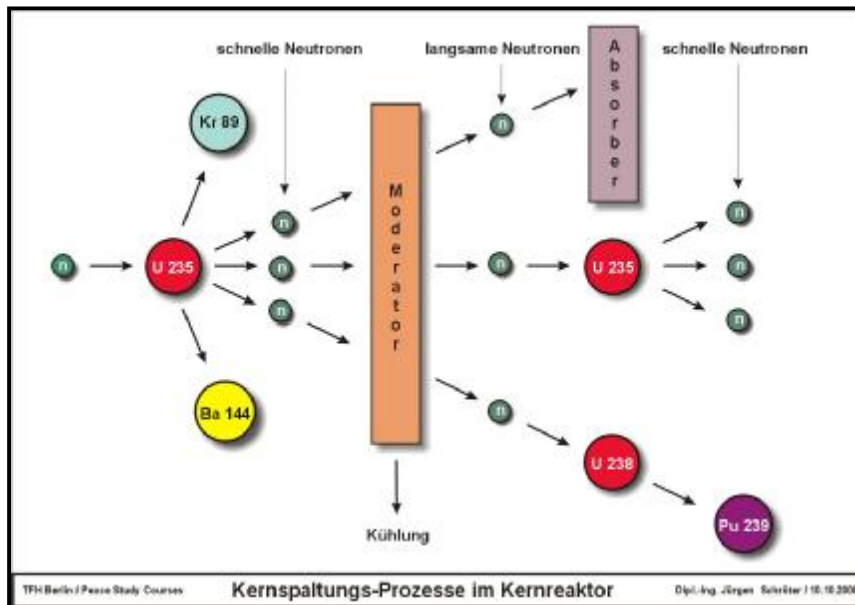


Bild 5: Kernspaltungs-Prozesse im Kernreaktor

Bild 5 veranschaulicht, wie in einem Reaktor Plutonium-239 erbrütet werden kann. Hierzu benötigt man ein geeignetes Material, das die schnellen Neutronen abbremst, einen Moderator (=Bremssubstanz).

Grundsätzlich sind als Moderator Wasser oder hochreines Graphit geeignet.

Will man den Reaktor mit Natururan betreiben, eignet sich jedoch kein normales Wasser, man benötigt

„schweres Wasser“ (Deuteriumoxid D_2O). Dieses kommt in der Natur im Meerwasser vor, jedoch nur im Verhältnis 1:6.000. Da man für diesen Weg riesige Mengen schweres Wasser benötigt, muß man es anreichern.

Dies war der Weg, den man im Dritten Reich ging. Er war jedoch ebenfalls sehr mühsam, da er sowohl einen funktionierenden Kernreaktor (hierüber wird im nachfolgenden Kapitel berichtet), als auch sehr viel schweres Wasser benötigte.

¹⁰⁾ Auf diese Weise wurde im Rahmen des „Manhattan Projekts“ das für die Hiroshima-Atombombe erforderliche Uran-235 mittels Thermodiffusionsverfahren abgetrennt. Dazu diente ein gigantisches Werk mit 5.000 aufeinander folgenden Trennstufen (Clusius-Dickel-Rohren), durch die das gasförmige Uran gepumpt wurde. In Oak Ridge lebten und arbeiteten bis zu 75.000 Menschen!

Im 2. Weltkrieg war das „Norsk-Hydro-Werk“ in Rjukan die einzige bedeutende Produktionsstätte von schwerem Wasser. Es wurde durch schrittweise Elektrolyse aus Meerwasser gewonnen; die erforderliche Energieversorgung wurde vom Wasserkraftwerk in Rjukan geliefert. Nach der deutschen Besetzung von Norwegen wurde hier die Produktion erheblich gesteigert. Die Alliierten wußten jedoch um die Bedeutung dieses Werkes. Nachdem mehrere Sabotage-Akte durch Norweger keine nachhaltigen Erfolge hatten, wurde das Werk am 16.11.1943 von alliierten Bombern zerstört.

Mit den in Deutschland vorhandenen Mengen an schwerem Wasser – um das sich die rivalisierenden Gruppen des Uranvereins noch stritten – war dieser Weg schließlich zum Scheitern verurteilt.

3. Weg: Plutoniumbombe aus einem Reaktor mit angereichertem Uran

Im Gegensatz zur Atombombe benötigt man als Kernbrennstoff für einen Kernreaktor nur schwach angereichertes Uran-235, auf ca. 3.5 %. Dies ist die Leichtwasser-Reaktor-Technik, die man in heutigen Kernkraftwerken einsetzt.

In den USA wurde dieser Weg erfolgreich gegangen ¹¹⁾, in Deutschland scheiterte er sowohl an der Verfügbarkeit von ausreichend hoch angereichertem Uran-235, als auch an der Verfügbarkeit einer wirkungsvollen Uranmaschine.

An dieser Stelle sein kritisch angemerkt, dass **jeder** heutige Kernreaktor waffenfähiges Plutonium-239 erzeugt. Ein 1.000-MW-Kernkraftwerk produziert ca. 200 kg Pu-239 pro Jahr! Pu-239 ist hochgiftig, radioaktiv und hat eine Halbwertszeit von 24.360 Jahren. Es ist relativ leicht – nämlich auf chemischen Weg – vom übrigen Atommüll zu trennen ¹²⁾.

3. Die deutschen Uran-Aktivitäten im 2. Weltkrieg

Beschaffung von Uranerz

Schon früh wurde als Voraussetzung für alle weiteren Aktivitäten – egal ob Uranmaschine oder Atombombe – die ausreichende Versorgung mit Natururan erkannt. So kaufte man Uranerz aus Belgisch-Kongo und stellte 1939 den Verkauf von Uranerz aus tschechoslowakischen Minen ein (Hitler hatte am 15.3.1939 das „Protektorat Böhmen und Mähren“ besetzt).

In einem Bericht für das Heereswaffenamt gaben Kurt Diebner und seine Mitarbeiter an, daß eine Bombe hergestellt werden könnte mit einer „millionenmal größeren Explosionswirkung als mit der gleichen Menge Dynamit“ wobei entweder Uran-235 oder das in Reaktoren gewonnene 94. Element (d.h. Plutonium-239) verwendet würde /2/. Dies führte unmittelbar zu der Frage, wieviel Spaltmaterial (Uran-235 oder Pu-239) für eine

¹¹⁾ Auf diese Weise wurde im Rahmen des „Manhattan Projekts“ das Plutonium in Reaktor von Hanford (im US-Staat Washington am Ufer des Columbia River) erbrütet, das für die beiden Atombomben in Trinity (Test) und für die Nagasaki-Bombe benötigt wurde

¹²⁾ Positiv ist jedoch, dass der Bau von Plutonium-Atombomben bei weitem schwieriger ist als der von Uranbomben. Das hat seine Ursache darin, dass die kritische Masse von Pu-239 kleiner ist als die von U-235. Daher müssen viele kleine Mengen relativ weit entfernt in der Bombe transportiert und zur Explosion hochpräzise verdichtet und gezündet werden

Atombombe vonnöten sei. In dem Diebner-Bericht „Energiegewinnung aus Uran“ vom Februar 1942 hieß es „10 bis 100 kg spaltbares Material seien für eine Atombombe erforderlich, auch müsse das ganze Projekt auf industrielle Großproduktion umgestellt werden“.

In dem Bericht wurden die nötigen Anstrengungen keineswegs bagatellisiert, auch wurde unumwunden eingeräumt, daß die Trennung von Uran-235 noch nicht gelungen sei und daß Einzelheiten der Plutoniumerzeugung noch ausgearbeitet werden müßten.

Materialien waren noch immer knapp; damals verfügte Deutschland über etwa 360 kg schweres Wasser und 2,5 t gepulvertes Uranmetall, wogegen ein funktionierender Reaktor – Diebners Bericht zufolge – jeweils 5 bis 10 t benötigen würde /2/. Charakteristisch für den Bericht war Diebners aggressiver Optimismus, da die Herstellung von Atombomben technisch eindeutig möglich sei, sollten entsprechende Projekte energisch vorangetrieben werden ¹³⁾.

Arbeitsgruppen im Uranverein

Im Jahre 1942 arbeiteten in Deutschland mehrere Institute eigenständig an verschiedenen Projekten /1/:

Grundlagenforschung

- Walter Bothe (Heidelberg): 6 Physiker, Messung von Kerndaten
- Klaus Clusius (München): 4 Physikochemiker und Physiker, Isotopentrennung und schweres Wasser
- Otto Hahn (Berlin): 6 Chemiker und Physiker, Transurane, Kerndaten, Spaltung
- Paul Harteck (Hamburg): 5 Chemiker und Physiker, Isotopentrennung und schweres Wasser,
- Hans Kopfermann (Kiel, später Göttingen): 2 Physiker, Isotopentrennung
- Nikolaus Riehl (Oranienburg, Auer Gesellschaft): 3 Forscher, Uranerzeugung
- Georg Stetter (Wien): 6 Physiker und Physikochemiker, Messung von Kerndaten und Transurane

Entwicklung von Uranmaschinen

- Werner Heisenberg (Leipzig, Berlin als Berater): 7 Physiker und Physikochemiker, Uranmaschinen, Isotopentrennung, Messung von Kerndaten
- Kurt Diebner (Heereswaffenamt in Gottow): 5 Physiker, Uranmaschinen

Zu keinem Zeitpunkt waren mehr als 70 Wissenschaftler direkt oder indirekt mit der Kernenergie befaßt. Nachdem das Heer seine Kontrolle über die Kernenergie an die Kaiser-Wilhelm-Institute abgetreten hatte, nahm die Zahl der an angewandter Kernspaltung arbeitenden Wissenschaftler deutlich ab. Hinzu kam das Problem, dass immer wieder Physiker Einberufungen zur Kriegsfront erhielten. In einigen Fällen konnten Heisenberg und von Weizsäcker erreichen, dass diese Männer zurück ins Labor durften.

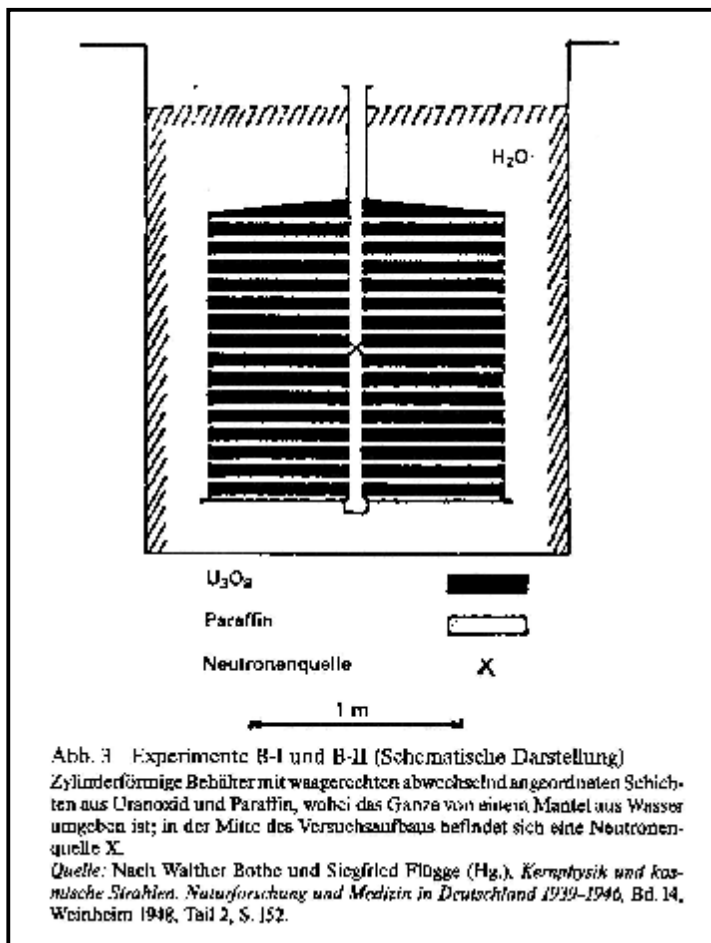
¹³⁾ Man muß sich vergegenwärtigen, dass zu dieser Zeit in den USA mit dem „Manhattan-Projekt“ noch nicht begonnen worden war!

Die Entwicklung von Uranmaschinen

Die zwei (rivalisierenden) Gruppen für die Entwicklung der Uranmaschinen waren die von Heisenberg in Berlin und die von Diebner in Gottow bei Berlin. Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass es auch Entwicklungsaktivitäten im Auftrag der Deutschen Reichspost gab ¹⁴⁾.

Bedingt durch die Umstände von Mangel an ausreichend Natururan und schwerem Wasser ging es zunächst nicht um den Bau einer leistungsfähigen Uranmaschine, sondern lediglich um Neutronenverstärker. Dies ist eine Maschine, die durch Kernspaltprozesse mehr Neutronen erzeugt, als durch die Neutronenquelle zugeführt wird. Man wollte zunächst hiermit Erfahrung sammeln und erst danach an den Bau großer Uranmaschinen gehen.

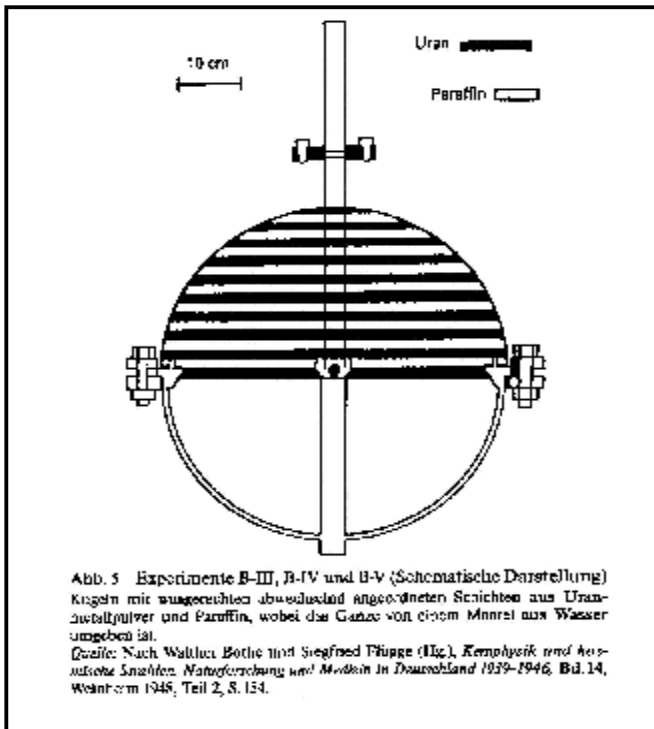
Gruppe Heisenberg:



Heisenberg zog sich nach Abschluss seiner bahnbrechenden Theorie weitgehend zurück und übergab die Arbeiten an Weizsäcker. Dieser widmete sich später auch ebenso wie Heisenberg hauptsächlich der Grundlagenphysik (Elementarteilchen), also arbeiteten andere Wissenschaftler als Leiter (Karl Witz) an der Uranmaschine. Dabei wurde auf Empfehlung von Heisenberg zunächst ein Schichtaufbau gewählt (Bild 6). Da schweres Wasser in ausreichender Menge zunächst nicht verfügbar war, wurde als Moderator Paraffin gewählt. Statt Uran als Spaltmaterial diente Uranoxid. Das Ganze wurde von einem Mantel aus Wasser umgeben. In die Mitte der Uranmaschine wurde eine Neutronenquelle eingebracht, die aus einer Mischung aus Radium und Beryllium bestand.

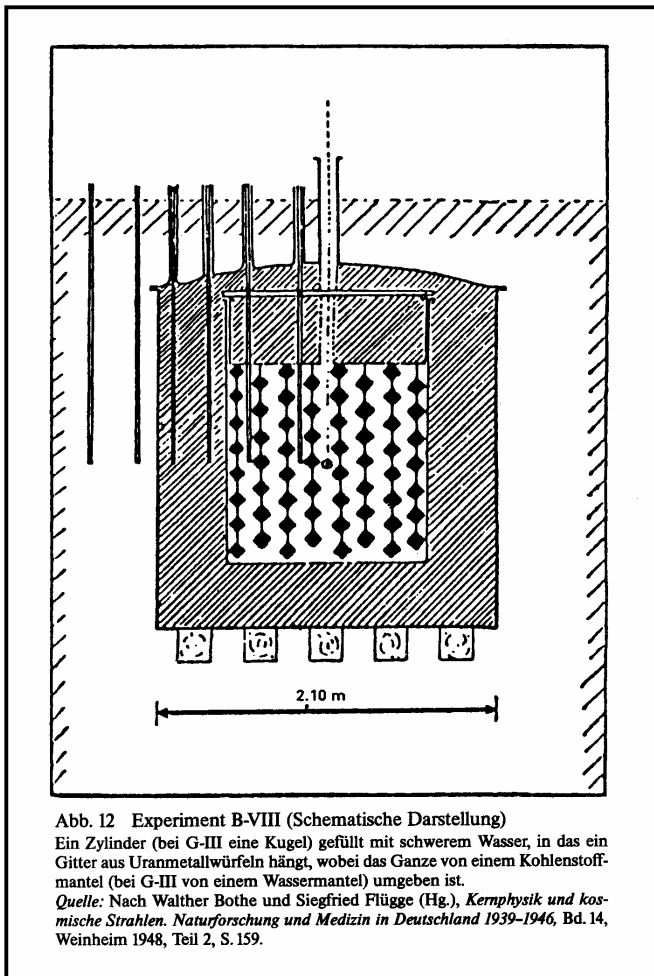
Bild 6: Uranmaschine mit Natururan, hier ein erster Aufbau der „Gruppe Heisenberg“, die Experimente B-I und B-II

¹⁴⁾ Manfred von Ardenne (1907 – 1997), deutscher Naturwissenschaftler und Erfinder in den Forschungsgebieten Physik und Medizin, forschte seit 1939 im Auftrag des Reichspostministers Wilhelm Ohnsorge auf dem Gebiet der Kernspaltung und entwickelte einen Zyklotron (Teilchenbeschleuniger)



Später wurde eine Anordnung nach Bild 7 gewählt, wobei Uranpulver verwendet wurde. Wie erwähnt, handelte es sich um Modellversuche, die nur die Neutronen aus der Neutronenquelle vermehren sollten. Dieses Ziel wurde zunächst nicht erreicht.

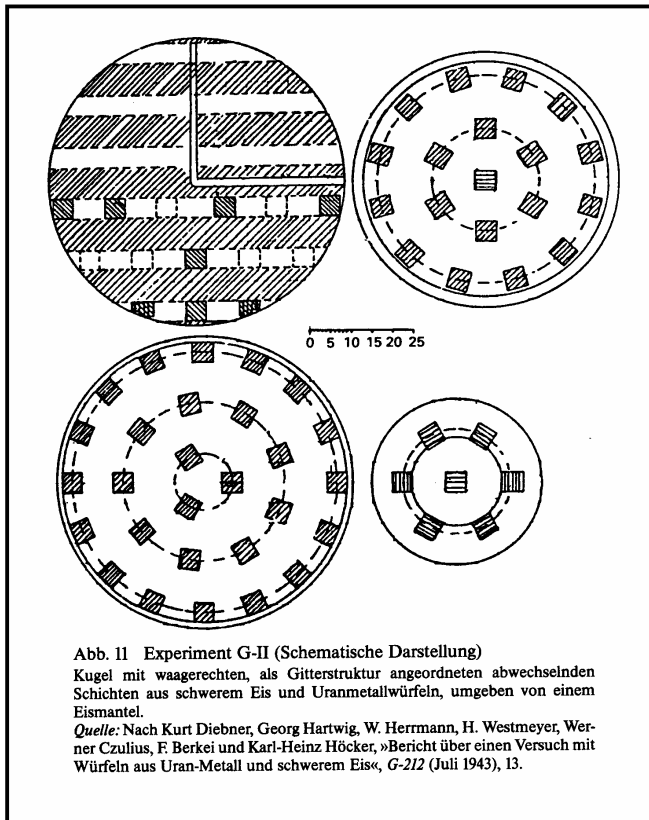
Bild 7: Uranmaschine mit Natururan, hier weitere Varianten der „Gruppe Heisenberg“, die Experimente B-III, B-IV und B-V



Aufgrund der besseren Resultate der Arbeitsgruppe Diebner wurden später Versuche mit Uranwürfeln und schwerem Wasser als Moderator durchgeführt (Bild 8). Diese Experimente brachten tatsächlich eine Vermehrung der Neutronenzahl. Inzwischen war der Krieg jedoch weiter fortgeschritten und Berlin wurde heftig bombardiert. Daher zog die Urangruppe nach Haigerloch und Hechingen bei Stuttgart um. Dort wurde eine Vermehrung der Neutronenzahl um den Faktor 10 erreicht. Heisenberg berichtete im März 1945 nach Berlin, man steht kurz vor einer sich selbst erhaltenden Kettenreaktion. Man benötige nur mehr Uran und schweres Wasser. Weitere Fortschritte wurden nicht erzielt, da der Krieg Anfang Mai 1945 verloren ging.

Bild 8: Uranmaschine mit Natururan, die letzte Variante der „Gruppe Heisenberg“, das Experiment B-VIII

Gruppe Diebner:



Obwohl das Heereswaffenamt die Leitung des Uranvereins aufgegeben hatte, arbeitete eine Gruppe um Diebner in Gottow bei Berlin. Statt der Schichtanordnung wählte diese Gruppe eine würfelförmige Anordnung des Urans. Außerdem setzte sie frühzeitig schweres Wasser als Moderator ein. Bild 9 zeigt eine Anordnung aus Uranwürfeln und schwerem Eis.

Bild 9: Uranmaschine mit Natururan, eine der ersten Varianten der „Gruppe Diebner“, das Experiment G-II

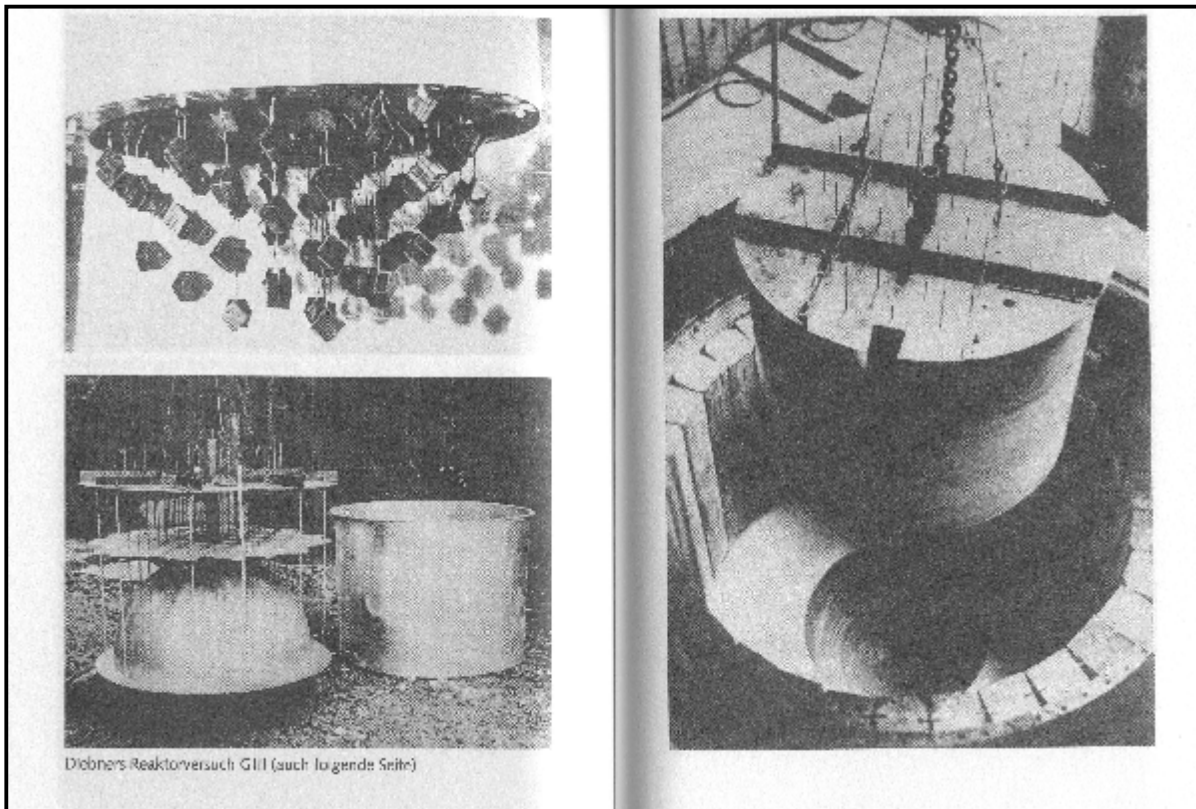


Bild 10: Das Experiment G-III der „Gruppe Diebner“

Bis Kriegsende haben einige Modelle tatsächlich Neutronen verstärkt – allerdings mit einer sehr mäßigen Rate. Trotz erheblicher Bemühungen konnte jedoch keine Uranmaschine zum kritischen Betrieb gebracht werden. Die letzten Versuche in Haigerloch wurden unter Zeitdruck und etwas Leichtsinn bezüglich der möglichen Strahlenbelastung durchgeführt.

4. Der Mythos um die Rolle der Atomphysiker in Nazi-Deutschland

Um die Rolle der Atomphysiker, die nicht aus Nazi-Deutschland geflohen sind, sondern hier am Uranprojekt gearbeitet haben, hat sich ein Mythos gebildet. Er entstand in mehreren Akten, von denen hier die wichtigsten Stationen benannt werden.

„Deutsche Physik“ versus „jüdische Physik“

Die Protagonisten des Uranvereins waren keine Nazis, ja nicht einmal in der NSDAP (mit Ausnahme von Kurt Diebner und Erich Bagge), sie waren vielmehr humanistisch gebildet. Ihre Grundhaltung war deutsch-national und sie wollten nicht, dass Deutschland den Krieg verliert.

Einige Physiker – z.B. Werner Heisenberg und Arnold Sommerfeld ¹⁵⁾ – wurden sogar öffentlich verdächtigt, „jüdische Physik“ zu betreiben. Dieser Schmähbegriff – der von einigen deutschen Physikern ¹⁶⁾ verwendet wurde, die eine traditionelle „deutsche Physik“ vertraten – wurde in Zeiten der Weimarer Republik und im Nationalsozialismus verwendet, um die Erfinder der modernen Physik (u.a. A. Einstein und N. Bohr) zu diffamieren. Sommerfeld wurde auch als „Geistesjude“, Heisenberg als „weißer Jude“ beschimpft /2/. Werner Heisenberg wurde erst im Sommer 1939 durch den SS-Reichsführer Himmler rehabilitiert.

Heisenberg hat immer die Position vertreten, „es gibt keine ‚jüdische‘ und ‚deutsche‘, sondern nur richtige und falsche Physik“.

Sommer 1941: Heisenberg besucht Bohr in Kopenhagen

Am Abend des 14. September 1941 stieg Werner Heisenberg in den Nachtzug von Berlin nach Kopenhagen, wo er am nächsten Tag (Montag) eintrifft. Sein offizieller Vortrag über Hochenergiephysik im Deutschen Wissenschaftlichen Institut sollte erst am Freitagabend (19.9.) stattfinden. Alle Dänen boykottierten zu dieser Zeit – Dänemark war seit 1940 von deutschen Truppen besetzt – die Veranstaltungen des Instituts /2/.

¹⁵⁾ Arnold Sommerfeld (1868 – 1951) war deutscher Physiker, seit 1897 Professor in Clausthal-Zellerfeld und seit 1900 in Aachen. 1906 wurde er Professor für theoretische Physik in München und akademischer Lehrer, der Generationen von Physikern ausbildete, u.a. Heisenberg, Wolfgang Pauli und Hans Albrecht Bethe

¹⁶⁾ allen voran

- 1.) Philipp Lenhard (1862 – 1947), deutscher Physiker, ein Schüler von Heinrich Hertz, Professor in Breslau Aachen Kiel und Heidelberg, erhielt 1905 den Nobelpreis für Physik
- 2.) Johannes Stark (1874 – 1957), deutscher Physiker, Professor in Hannover, Aachen, Greifswald und Würzburg, entdeckte 1905 den optischen Doppler-Effekt bei Kanalstrahlen und erhielt hierfür 1919 den Nobelpreis für Physik

Heisenberg nutzt die Anwesenheit in Kopenhagen zu einem Besuch im Hause Bohrs, mit dem ihn eine langjährige Freundschaft verband (siehe /2/ und /3/). Nach dem Essen ging man gemeinsam spazieren. Hierbei sprach Heisenberg darüber, dass Deutschland die Wege zum Bau einer Atombombe kenne. Er hat ferner Bohr den Vorschlag unterbreitet, alle Physiker dieser Welt mögen sich dem Bau von Atombomben verweigern (er nahm an, dass dies weltweit nur eine Handvoll von Experten wären).

Der genaue Wortlaut der Unterhaltung ist unbekannt. Da sie beide Herren sehr erregt haben muß, haben sie nach Kriegsende unterschiedliche Darstellungen abgegeben. Nach Bohrs Meinung habe Heisenberg ihm mitgeteilt, Deutschland würde bald über eine Atombombe verfügen und ihn gebeten, seinen Einfluß dahingehend geltend zu machen, die Alliierten von der Entwicklung der Atombombe abzuhalten. Bohr empfand dies als Ungeheuerlichkeit und die Freundschaft der beiden zerbrach.

Heisenbergs gescheiterter Versuch, bei Bohr in Kopenhagen Verständnis zu finden, schmerzte ihn tief. Nur eine Woche nach seiner Rückkehr schrieb er in gedrückter Stimmung an einen Freund: „Vielleicht erkennen wir Menschen eines Tages, daß wir tatsächlich die Macht besitzen, die Erde vollständig zu zerstören, daß wir also ... durchaus einen ‚jüngsten Tag‘ oder so etwas, was ihm nahe verwandt ist, heraufbeschwören können“ /2/.

Die Frage, was denn nun tatsächlich zwischen Heisenberg und Bohr im Sommer 1941 besprochen wurde, schlägt Historiker und Literaten bis heute in ihren Bann. Diesbezüglich sei auf /4/ verwiesen.

Die Alsos-Mission

Alsos ist die wörtliche griechische Übersetzung von „Groves“¹⁷⁾ = „Haine“. Die amerikanischen Physiker und Militärs hatten im 2. Weltkrieg große Angst vor einer „Atombombe für Hitler“, wussten aber wenig Konkretes darüber. Da Amerika selbst intensiv an der Atombombe arbeitete, vermutete man gleiches in Deutschland. Ziel der Alsos-Mission, einer aus Militärs und Wissenschaftlern gebildeten Spezialeinheit, war es, vor Ort alle erhältlichen Informationen über das deutsche Atomprogramm zu sammeln, führende Forscher gefangen zu setzen und wichtige Apparaturen zu beschlagnahmen, um so letztlich den Einsatz einer deutschen Atomwaffe zu verhindern. Das Konzept zur Alsos-Mission entwickelte J. Landsdale Ende 1943, zum Befehlshaber wurde Oberst B. Pash ernannt, als Experte für Atomphysik wurde Samuel Goudsmit der Mission zugeteilt. Der erste Einsatz der Alsos-Mission erfolgte 1944 in Italien, der zweite 1944/45 in Frankreich und Deutschland. Sie fand u.a. im schwäbischen Städtchen Hechingen die dorthin aus Berlin transportierten 1,5 t Uran und 1,5 t „schweres Wasser“, sowie in einem Felsenkeller des Städtchens Haigerloch den dorthin transportierten, aber noch nicht in Betrieb genommenen Uranbrenner des Uranvereins – jedoch keine Hinweise auf eine deutsche Atombombe. Die Reste des Uranbrenners wurden ein paar Tage nach der Entdeckung ohne Anweisung und zum Ärger Goudsmits von einem alliierten Sprengkommando zerstört. Die Alsos-Mission nahm einige der anschließend nach Farm Hall internierten deutschen Atomphysiker gefangen (unter ihnen Otto Hahn, Max von Laue und C.F. von Weizsäcker) und hatte bis Ende Juli 1945 ihre Aufgaben erfüllt. Goudsmit hielt die deutschen Atomphysiker fortan für unfähig.

¹⁷⁾ Leslie Richard Groves (1896 – 1970), General der US Army, war seit September 1942 militärisch-administrativer Leiter des „Manhattan-Projekts“

Farm Hall

Farm Hall ist ein Landsitz am Rande des Dorfes Godmanchester, etwa 25 Meilen von der alten Universitätsstadt Cambridge in England entfernt. Hier wurden die folgenden 10 deutschen Atomwissenschaftler von Juli bis Dezember 1945 interniert (Gefangenschaft mit freundlicher Behandlung): Otto Hahn, Max von Laue, Werner Heisenberg, Carl Friedrich von Weizsäcker, Walther Gerlach, Karl Wirtz, Erich Bagge, Paul Harteck, Horst Korsching und Kurt Diebner. Die Gründe in der Inhaftierung lagen zum einen in der Informationsbeschaffung durch die Alliierten und zum anderen in deren Furcht, die Sowjetunion könnte diese deutschen Wissenschaftler für ihr Atombomben-Programm anwerben bzw. zur Mitarbeit zwingen.

Die deutschen Wissenschaftler konnten sich in Farm Hall frei bewegen, wurden gut behandelt und hatten sogar mitunter Gäste. Was sie nicht wußten: alle ihre Gespräche untereinander wurden heimlich vom britischen Geheimdienst auf Tonband aufgezeichnet, übersetzt und protokolliert, um sich ein genaues Bild über den Uranverein und dessen Akteure machen zu können. Erst 1992 wurden die Übersetzungen dieser Mitschnitte für die Öffentlichkeit freigegeben (/5/ und /6/), die Original-Tonbänder sind aber angeblich verloren gegangen.

Interessant verläuft der Abend des 6. August 1945, dem Tag des Abwurfs der amerikanischen Atombombe auf Hiroshima. Die Farm-Hall-Gäste werden über eine Meldung der BBC informiert. Otto Hahn war von dieser Nachricht wie vernichtet und sagte, er persönlich fühle sich verantwortlich für den Tod von Hunderttausenden, weil es seine Entdeckung gewesen sei, die die Atombombe möglich gemacht habe. Er trug sich sogar mit Selbstmordgedanken /5/.

Die anschließenden Diskussionen zwischen den deutschen Wissenschaftlern offenbarten deren ungläubige Überraschung. Sie hatten bis dahin geglaubt, an der Spitze der Kerntechnik-Wissenschaft gestanden zu haben und mußten nun realisieren, dass die USA sie an Wissen und Technik meilenweit überholt hatten.

Nach zwei Tagen fertigten die Farm-Hall-Gäste folgendes Memorandum an /5/:

8. August 1945

Da die Presseberichte der letzten Tage über die angeblichen Arbeiten an der Atombombe in Deutschland zum Teil unrichtige Angaben enthalten, möchten wir die Entwicklung der Arbeiten zum Uranproblem im Folgenden kurz beschreiben:

- 1) Die Atomkernspaltung beim Uran ist im Dezember 1938 von Hahn und Straßmann am Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin entdeckt worden. Sie war die Frucht rein wissenschaftlicher Untersuchungen, die mit praktischen Zielen nichts zu tun hatten. Erst nach Veröffentlichung wurde ungefähr gleichzeitig in verschiedenen Ländern entdeckt, daß sie eine Kettenreaktion der Atomkerne und damit zum erstenmal eine technische Ausnutzung der Kernenergien ermöglichen konnte.*
- 2) Beim Beginn des Krieges wurde in Deutschland eine Gruppe von Forschern zusammengerufen, deren Aufgabe es war, die praktische Ausnutzbarkeit dieser Energien zu untersuchen. Die wissenschaftlichen Vorarbeiten hatten gegen Ende 1941 zu dem Ergebnis geführt, daß es möglich sein werde, die Kernenergien zur Wärmezeugung und damit zum Betrieb von Maschinen zu benutzen. Dagegen schienen die Voraussetzungen für die Herstellung einer Bombe im Rahmen der*

technischen Möglichkeiten, die in Deutschland zur Verfügung standen, damals nicht gegeben zu sein. Die weiteren Arbeiten konzentrierten sich daher auf das Problem der Maschine, für die außer Uran schweres Wasser notwendig ist.

- 3) *Für diesen Zweck wurden die Anlagen der Norsk Hydro in Rjukan zur Produktion von größeren Mengen von schwerem Wasser ausgebaut. Die Angriffe auf diese Anlagen, zuerst durch ein Sprengkommando, dann durch die R.A.F., haben diese Produktion gegen Ende 1943 zum Erliegen gebracht.*
- 4) *Gleichzeitig wurden in Freiburg, später in Celle Versuche angestellt, durch Anreicherung des seltenen Isotops 235 die Benutzung des schweren Wassers zu umgehen.*
- 5) *Mit den vorhandenen Mengen des schweren Wassers wurden zuerst in Berlin, später in Haigerloch (Württemberg) die Versuche über die Energiegewinnung fortgeführt. Gegen Ende des Krieges waren diese Arbeiten soweit gediehen, daß die Aufstellung einer energieliefernden Apparatur wohl nur noch kurze Zeit in Anspruch genommen hätte.*

Etliche Anmerkungen zu den Punkten 1)..5) ergänzten das Memorandum.

Tatsächlich beinhaltet dieses Memorandum keine Unwahrheiten. Es kann jedoch in dieser Kürze auch nicht detailliert den Werdegang der Arbeiten wiedergeben (und soll es wohl auch nicht). Natürlich hatte es im Uranverein intensive Bemühungen zur Anreicherung des Uran-235 gegeben. Aber damals wie heute ¹⁸⁾ läßt sich nicht einwandfrei klären, ob es sich bei der Anreicherung um die Absicht handelt, Brennstäbe für Uranmaschinen (Kernreaktoren) herzustellen, oder – bei höherer Anreicherung – um Uran-235 für eine Atombombe. Des weiteren wird nicht darauf eingegangen, dass die erfolgreiche Inbetriebnahme einer Uranmaschine auch dazu geführt hätte – eine lange Laufzeit vorausgesetzt –, dass in dieser waffenfähiges Plutonium-239 produziert hätte werden können. Das Wissen hierzu hatte die Gruppe ¹⁹⁾.

Die Legende vom „passiven Widerstand“ wird geboren

Die deutschen Atomphysiker fühlten sich nach Kriegsende in mehrfacher Hinsicht mißverstanden. Auf der einen Seite wurden sie als Versager betrachtet, z.B. von Samuel Goudsmit (siehe Alsos-Mission) und sicher ebenso von den Teilen der Deutschen, die noch dem nationalsozialistischen Gedankengut anhängen. Auf der anderen Seite wurden sie von den ehemaligen „Kollegen“ der Siegermächte geschnitten, weil man ihnen unterstellte, sie hätten für Hitler eine Atombombe bauen wollen. Dies tat Heisenberg und Co. besonders weh – sie konnten nicht nachvollziehen, wieso sie gerade von denen angefeindet wurden, die doch aktiv an den Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki gearbeitet hatten.

Eine gute Gelegenheit ihr Image aufzupolieren ergab sich in den 50er Jahren mit den Interviews vom Schriftsteller und Zukunftsforscher Robert Jungk zu seinem Buch „Heller als 1000 Sonnen“ /7/. Jungk beschreibt hierin die „Geschichte der Atombombe“, die er

¹⁸⁾ siehe Konflikt mit dem Iran zu dessen Anreicherungs-Projekt von Uran-235

¹⁹⁾ siehe Kapitel „2. Weg: Plutoniumbombe aus einem Reaktor mit Natururan“

durch intensive Recherchen und Gespräche mit den damals in Deutschland, England, Frankreich, den USA und der Sowjetunion involvierten Akteuren rekonstruierte.

Als Ergebnis seiner Gespräche mit den Atomphysikern, die in Nazi-Deutschland geblieben waren – vor allem durch die Gespräche mit Carl Friedrich von Weizsäcker – schreibt Robert Jungk zum Thema „eigene Verantwortung“:

Für einige von ihnen heißt das, an Rüstungsvorhaben nicht teilzunehmen. Die eindrucklichste Demonstration dieser Haltung war die am 12. April 1957 von 18 führenden deutschen Atomforschern abgegebene Erklärung ...²⁰⁾. Diese deutschen Physiker (es gehören dazu führende „Passivisten“ der Hitlerzeit wie Bopp, Born, Fleischmann, Gerlach, Hahn, Haxel, Kopfermann, von Laue, Mattauch, Straßmann und von Weizsäcker) blieben damit ihrer bereits in den Jahren des „Dritten Reiches“ unter größten Gefahren praktizierten Widerstandshaltung weiterhin treu.

Weiter heißt es in dem Buch: *Es ist bemerkenswert, daß weder Heisenberg noch Weizsäcker je versucht haben, aus ihrer bewundernswürdigen Haltung in dieser schwierigen Situation später, nach Kriegsende, Kapital zu schlagen.*

Das Buch wurde nicht nur in Deutschland publiziert, sondern in viele Sprachen übersetzt. Es fand im Ausland starke Beachtung und stieß bei den ehemaligen „Kollegen“ der Alliierten zum Teil auf Kritik und Empörung. Man konnte und wollte nicht akzeptieren, dass nunmehr der Eindruck erweckt würde, als seien die Atomphysiker in Nazi-Deutschland eine Art Widerstandskämpfer gewesen, die zumindest „passiv“ Widerstand geleistet hatten. Auch Nils Bohr war von Jungks Schilderung des Treffens zwischen Heisenberg und ihm im Sommer 1941 (s.o.) empört, da er es völlig anders in Erinnerung hatte.

Robert Jungk mußte feststellen, dass er von Carl Friedrich von Weizsäcker in die Irre geführt, ja sogar verraten und mißbraucht worden ist, den Mythos vom „passiven Widerstand“ der deutschen Atomphysiker während des „Dritten Reiches“ in die Welt gesetzt zu haben. In seinem Buch „Trotzdem“ /8/ schreibt Jungk 1993 hierzu u.a.:

Um sich von dem Vorwurf zu befreien, er (Weizsäcker) habe gemeinsam mit Heisenberg eine Legende in die Welt gesetzt und mich zu ihrer Verbreitung benutzt, behauptete Weizsäcker zuerst nur, ich sei „naiv“ gewesen, dann aber, als ich mich dagegen leider nicht sofort wehrte, die ganze Geschichte vom Passivismus deutscher Atomphysiker sei eigentlich meine „Idee“ gewesen, obwohl er doch nachweislich diese Behauptung schon Jahre, bevor er mich traf, vor Zeitzeugen verbreitet hatte.

Das ist belegt, denn Weizäckers Legendenbildung vom „passiven Widerstand“ läßt sich sogar bis in die Abhörprotokolle von Farm Hall zurückführen. Bereits dort hatte er behauptet *„Ich glaube, es ist uns nicht gelungen, weil alle Physiker aus Prinzip gar nicht wollten, daß es gelang. Wenn wir alle gewollt hätten, daß Deutschland den Krieg gewinnt, hätte es uns gelingen können ...“* Ferner sagte er dort *„Die Geschichte wird festhalten, daß die Amerikaner und Engländer eine Bombe bauten und daß zur selben Zeit die Deutschen unter dem Hitler-Regime eine funktionsfähige Maschine herstellten.“*

²⁰⁾ Die „Göttinger Erklärung“, siehe Anhang

Literatur:

- /1/ Mark Walker: „Die Uranmaschine – Mythos und Wirklichkeit der deutschen Atombombe“ mit einem Vorwort von Robert Jungk. Titel der Originalausgabe: „German National Socialism and the Quest for Nuclear Power 1939 – 1949“. Deutsche Ausgabe von 1990 beim Goldmann-Verlag, ISBN 3-442-12835-8
- /2/ Thomas Powers: „Heisenbergs Krieg – Die Geheimgeschichte der deutschen Atombombe“. Die Originalausgabe erschien 1993 unter dem Titel „Heisenberg’s War. The Secret History of the German Bomb“, die deutsche Ausgabe ist 1993 bei Hofmann und Campe Verlag, Hamburg erschienen
- /3/ Werner Heisenberg: „Der Teil und das Ganze“ – Gespräche im Umkreis der Atomphysik. München 1969
- /4/ Michael Frayn: „Kopenhagen“ – ein Theaterstück in zwei Akten. Mit zwölf wissenschaftsgeschichtlichen Kommentaren. London 1998. Deutsch vom Wallstein-Verlag, ISBN 3-89244-635-0
- /5/ Dieter Hoffmann: „Operation Epsilon“ – die Farm Hall-Protokolle oder die Angst der Alliierten vor der deutschen Atombombe. Rowohlt Verlag GmbH, Berlin 1993, ISBN 3-87134-082-0
- /6/ Jeremy Bernstein: „Hitler’s Uranium Club“ – The Secret Recordings at Farm Hall. Copernicus Books, Springer-Verlag New York. First Edition 1996, Second Edition 2000, ISBN 0-387-95089-3
- /7/ Robert Jungk: „Heller als tausend Sonnen“ – Das Schicksal der Atomforscher. Erstausgabe 1958. Im Anhang dieses Buches sind enthalten:
 - Niels Bohrs Memorandum an Präsident Roosevelt vom Juli 1944
 - Der „Franck-Report“, ein Bericht an den Kriegsminister vom Juni 1945
- /8/ Robert Jungk: „Trotzdem“ – Carl Hanser Verlag München Wien 1993, ISBN 3-446-16187-2
- /9/ Rainer Karlsch: „Hitlers Bombe“ – Deutsche Verlags-Anstalt, München 2005, ISBN 3-421-05809-1

Bildquellen:

- Bild 1: aus Jeremy Bernstein „Hitler’s Uranium Club“ /6/
Bild 2: aus Jeremy Bernstein „Hitler’s Uranium Club“ /6/
Bild 3: Eigenproduktion
Bild 4: Eigenproduktion
Bild 5: Eigenproduktion
Bild 6: aus Mark Walker: „Die Uranmaschine – Mythos und Wirklichkeit ...“ /1/
Bild 7: aus Mark Walker: „Die Uranmaschine – Mythos und Wirklichkeit ...“ /1/
Bild 8: aus Mark Walker: „Die Uranmaschine – Mythos und Wirklichkeit ...“ /1/
Bild 9: aus Mark Walker: „Die Uranmaschine – Mythos und Wirklichkeit ...“ /1/
Bild 10: aus Mark Walker: „Die Uranmaschine – Mythos und Wirklichkeit ...“ /1/

Die Göttinger Erklärung

Am 12. April 1957, traten 18 führende deutsche Atomwissenschaftler an die Öffentlichkeit. Sie protestierten gegen die geplante Aufrüstung der Bundeswehr mit taktischen Atomwaffen und erklärten, daß sie für eine Beteiligung an Kernwaffenforschung und -entwicklung nicht zur Verfügung stünden. Die "Göttinger Erklärung" löste eine heftige öffentliche Diskussion über Wissenschaft und Verantwortung in der Bundesrepublik aus. Die *Fankfurter Rundschau* dokumentiert die Erklärung im Wortlaut:

"Die Pläne einer atomaren Bewaffnung der Bundeswehr erfüllen die unterzeichneten Atomforscher mit tiefer Sorge. Einige von ihnen haben den zuständigen Bundesministern ihre Bedenken schon vor mehreren Monaten mitgeteilt. Heute ist die Debatte über diese Frage allgemein geworden. Die Unterzeichneten fühlten sich daher verpflichtet, öffentlich auf einige Tatsachen hinzuweisen, die alle Fachleute wissen, die aber der Öffentlichkeit noch nicht hinreichend bekannt zu sein scheinen.

1. Taktische Atomwaffen haben die zerstörende Wirkung normaler Atombomben. Als "taktisch" bezeichnet man sie, um auszudrücken, daß sie nicht nur gegen menschliche Siedlungen, sondern auch gegen Truppen im Erdkampf eingesetzt werden sollen. Jede einzelne taktische Atombombe oder -granate hat eine ähnliche Wirkung wie die erste Atombombe, die Hiroshima zerstört hat. Da die taktischen Atomwaffen heute in großer Zahl vorhanden sind, würde ihre zerstörende Wirkung im ganzen sehr viel größer sein. Als "klein" bezeichnet man diese Bomben nur im Vergleich zur Wirkung der inzwischen entwickelten "strategischen" Bomben, vor allem der Wasserstoffbomben.

2. Für die Entwicklungsmöglichkeiten der lebensausrottenden Wirkung der strategischen Atomwaffen ist keine natürliche Grenze bekannt. Heute kann eine taktische Atombombe eine kleinere Stadt zerstören, eine Wasserstoffbombe aber einen Landstrich von der Größe des Ruhrgebiets zeitweilig unbewohnbar machen. Durch Verbreitung von Radioaktivität könnte man mit Wasserstoffbomben die Bevölkerung der Bundesrepublik wahrscheinlich heute schon ausrotten. Wir kennen keine technische Möglichkeit, große Bevölkerungsmengen vor dieser Gefahr zu schützen.

Wir wissen, wie schwer es ist, aus diesen Tatsachen die politischen Konsequenzen zu ziehen. Uns als Nichtpolitikern wird man die Berechtigung dazu abstreiten wollen; unsere Tätigkeit, die der reinen Wissenschaft und ihrer Anwendung gilt und bei der wir viele junge Menschen unserem Gebiet zuführen, belädt uns aber mit einer Verantwortung für die möglichen Folgen dieser Tätigkeit. Deshalb können wir nicht zu allen politischen Fragen schweigen.

Wir bekennen uns zur Freiheit, wie sie heute die westliche Welt gegen den Kommunismus vertritt. Wir leugnen nicht, daß die gegenseitige Angst vor den Wasserstoffbomben heute einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung des Friedens in der ganzen Welt und der Freiheit in einem Teil der Welt leistet. Wir halten aber diese Art, den Frieden und die Freiheit zu sichern, auf die Dauer für unzuverlässig, und wir halten die Gefahr im Falle des Versagens für tödlich.

Wir fühlen keine Kompetenz, konkrete Vorschläge für die Politik der Großmächte zu machen. Für ein kleines Land wie die Bundesrepublik glauben wir, daß es sich heute noch am besten schützt und den Weltfrieden am ehesten fördert, wenn es ausdrücklich und freiwillig auf den Besitz von Atomwaffen jeder Art verzichtet. Jedenfalls wäre keiner der Unterzeichneten bereit, sich an der Herstellung, der Erprobung oder dem Einsatz von Atomwaffen in irgendeiner Weise zu beteiligen. Gleichzeitig betonen wir, daß es äußerst wichtig ist, die friedliche Verwendung der Atomenergie mit allen Mitteln zu fördern, und wir wollen an dieser Aufgabe wie bisher mitwirken.

Göttingen, 12. April 1957

Fritz Bopp, Max Born (Nobelpreisträger Physik), Rudolf Fleischmann, Walther Gerlach, Otto Hahn (Nobelpreisträger Chemie), Otto Haxel, Werner Heisenberg (Nobelpreisträger Physik), Hans Kopfermann, Max von Laue, Heinz Meier-Leibnitz, Josef Mattauch, Friedrich-Adolf Paneth, Wolfgang Paul, Wolfgang Riezler, Fritz Strassmann, Wilhelm Walcher, Carl Friedrich von Weizsäcker, Karl Wirtz.