

## Die erste Kernwaffendetonation am 16. Juli 1945 in Alamogordo, New Mexico – Vorgeschichte, Ereignis, Wirkungen

### Öffentliche Podiumsdiskussion\*

Leitung: Fritz Krafft (Marburg) – Teilnehmer: Stanley Goldberg (Washington, D.C.) / Dieter Hoffmann (Berlin) / Alexei B. Kojewnikow (Moskau) / Helmut Rechenberg (München)

#### Fritz Krafft: Einführung

*Albert Einstein war zwar überzeugter Pazifist, ist aber auch eine der Leitfiguren der erzwungenen Emigration der Juden aus Deutschland; das erklärt vielleicht – wenn es das auch nicht rechtfertigt –, daß er sich als Sprachrohr vor allem der beiden aus Deutschland nach Amerika emigrierten ungarischen Wissenschaftler Leo Szilard und Eugene Paul Wigner beim amerikanischen Präsidenten Franklin D. Roosevelt für den Bau einer Atombombe einsetzte. Allerdings war es dann wohl kaum seiner Eingabe und auch nicht dem früheren Vorstoß des italienischen Emigranten Enrico Fermi beim Marineministerium zu verdanken gewesen, daß die USA dann ab 1941 mit nie dagewesener Konzentration von Fachleuten unterschiedlichster disziplinärer Herkunft und ungeheurem finanziellen Aufwand ein solches Projekt vorantrieben. Zusätzlich zur Eile motiviert durch Nachrichten, daß die Deutschen angeblich kurz vor dem Durchbruch bei der Entwicklung einer Atombombe stünden<sup>1</sup>, sollten seit Otto Hahns und Fritz Straßmanns Entdeckung der Spaltung schwerer Atome in Berlin kurz vor Weihnachten 1938<sup>2</sup> und der unmittelbar folgenden energetischen Deutung durch Lise Meitner und Otto Robert Frisch Anfang Januar 1939 nicht einmal sieben Jahre vergehen, bis die erste Versuchsbombenexplosion am 16. Juli 1945 bei Alamogordo in der Wüste von New Mexico durchgeführt werden konnte<sup>3</sup>; die ersten und – Gott sei dank! – bislang und hoffentlich für immer einzigen nicht zu Testzwecken dienenden Atombombenabwürfe fanden am 6. und 9. August desselben Jahres 1945 über Hiroshima und Nagasaki statt und führten faktisch zur Beendigung des Zweiten Weltkrieges.*

*Wir können in Deutschland und Mitteleuropa von Glück sprechen, daß der deutschen Atomwissenschaft Mittel und Manpower fehlten – zumal viele hochqualifizierte Fachleute seit 1933 vor Nationalsozialismus und Faschismus aus Zentraleuropa geflohen und in die USA emigriert waren –, um ebenso rasch erfolgreich zu werden, und daß es dann in den USA dennoch nicht schon früher zum Abschluß der Versuchsphase gekommen war. Daraufhin blieben wir hier nämlich von dem unmittelbaren Erleben der von General Leslie Richard Groves geschürten atomaren Kriegführung verschont, nachdem die Militärs aller Seiten ja schon sämtliche anderen grausamen Formen der modernen technischen und psychologischen Massenvernichtungsmittel ausgiebigst angewandt hatten, weil es bereits am 8. Mai 1945 durch die bedingungslose Kapitulation der deutschen Streitkräfte zur Besiegung des Zusammenbruchs des Dritten Reichs und zur Beendigung der nationalsozialistischen Form des Faschismus gekommen war. Damit wurde das dunkelste Kapitel in der deutschen Geschichte beendet, ein Kapitel, das mit keinem anderen Geschehen in der Weltge-*

\* Öffentliche Podiumsdiskussion aus Anlaß des XXXII. Symposiums der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte, „Wissenschaft und Krieg“, 25.–27. Mai 1995 in Greifswald. Die Diskussionsbeiträge und Fragen aus dem Publikum sind in die schriftlichen Fassungen der Ausführungen eingearbeitet worden. Die Beiträge von Stanley Goldberg und Alexei B. Kojewnikow wurden in englischer Sprache eingereicht und von F. Krafft übersetzt; der Beitrag von S. Goldberg konnte hier allerdings nur in Auszügen berücksichtigt werden, der gesamte zweite Teil wird gesondert im nächsten Heft der Zeitschrift abgedruckt unter dem Titel: „General Groves and the Bombing of Hiroshima and Nagasaki“, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 19 (1996), 207–217

*schichte vergleichbar ist und hoffentlich je vergleichbar sein wird – und dessen Unrecht nicht mit anderem Unrecht aufgerechnet werden kann, auch nicht mit daraus folgendem Unrecht, so schwer es auch für die Betroffenen jeweils war, so wenig dieses aber auch damit aufgehoben würde.*

*Auch deshalb ist es sinnvoll, daß die deutsche Nation zusammen mit den anderen Nationen Europas und der westlichen Welt am 8. Mai diesen Jahres (1995) der gemeinsamen Befreiung von der nationalsozialistischen Schreckensherrschaft gedachte.*

*Eine ganz andere Frage ist es, in welcher Form der Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki gedacht werden soll. Gibt es hier auch die Möglichkeit einer gemeinsamen, gleichgerichteten und gleichgerechtfertigten Erinnerung? Hier ist kaum eine gemeinschaftliche Gegnerschaft zum nationalsozialistischen Faschismus, wie sie von manchem der deutschen Atomwissenschaftler nach dem Zusammenbruch konstruiert und konstatiert wurde, als Grundlage voranzusetzen, so daß Erfolg und Mißerfolg sozusagen von der Seite abhängig gemacht wurde und abhängig wäre, auf der der Forscher entweder ohne sein eigenes Zutun stand oder mit Bedacht sich gestellt hatte. Wie wären dann aber die gewaltigen, die der USA kopierenden Anstrengungen der UdSSR nach Hiroshima und Nagasaki zu begründen? Wie steht es um die Frage der von Mitchell Ash zur Einführung des gesamten Symposiums erwähnten generellen ‚Enthemmung‘ der Naturwissenschaftler durch die Aussicht auf außerhalb von Rüstungsanstrengungen nie anzutreffenden uneingeschränkten finanziellen Förderungen der eigenen Forschung – und der eigenen Person; wobei zu berücksichtigen wäre, ab wann welche Einsichten in die völlig neuartige Qualität der Waffentechnik entstanden und wann diese präsent waren?*

*Ist das die Ebene, auf der die Bemühungen um die Entwicklung einer kriegstechnischen Nutzung der bei der Kernspaltung freierwerdenden Energien in den drei durch die Zusammensetzung des Podiums repräsentierten Nationen oder Staaten vergleichbar werden? Von wann an und bei wem öffnete sich dann aber bei den Wissenschaftlern die Schere einerseits militärischer und politischer Begründungen und andererseits moralisch-humanitärer Bedenken zum Überwiegen letzterer? Und wie und von wem wurde damit die Öffentlichkeit erreicht? Wem gelang wann und wo also das Überschreiten der engeren Fachgrenzen, nachdem eigentlich insbesondere nach dem Ersten Weltkrieg auch von seiten der Naturwissenschaftler her gelernt worden war, daß erfolgreiche naturwissenschaftliche Forschung vermeintlich die Beschränkung auf die eigene Disziplin erfordere?*

*Das sind Fragen, die wenigstens ansatzweise diskutiert werden sollten – aber vor dem Hintergrund der wissenschaftlich-technischen und logistisch-militärischen Entwicklungen, die zur Konstruktion und zum Einsatz von Kernwaffen geführt haben.*

*Die Experten im Podium, die von der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte eingeladen wurden, bilden eine dazu wohl einzigartige internationale Zusammensetzung von Wissenschaftshistorikern – ein Amerikaner, der sich speziell mit den US-amerikanischen Entwicklungen beschäftigt hat, ein Russe, der seine Forschung auch den entsprechenden Bemühungen in der UdSSR widmet, sowie zwei Deutsche, die sich sehr gut mit den deutschen Verhältnissen auskennen – da diese aber auch die Zeit nach 1945 betreffen, stammt der eine aus der ehemaligen DDR, der andere aus der alten Bundesrepublik:*

*Stanley Goldberg lehrt am Antioch College in Ohio, war zuvor mehrmals Visiting Professor, etwa an der University of Maryland, der Johns Hopkins University und der University of Zambia. Sein besonderes Interesse als Promovent der Harvard University dient der Wissenschaftsgeschichte einerseits als Mittler naturwissenschaftlichen Denkens an nicht Naturwissenschaft Studierende, andererseits zur Erfassung der Rolle von Naturwissenschaft und Technik in Kultur und Geschichte, speziell im 19. und 20. Jahrhundert. Understanding Relativity: The Origins and Impact of a Scientific Revolution ist der Titel seines Buches von 1984, das beiden Forschungszielen gerecht zu werden versucht. – Gegenwärtig steht ein größeres Werk vor der Vollendung, das sich dem Umfeld und der Biographie General Groves'*

widmet, des militärischen Leiters des Manhattan-Projekts: Fighting to Build the Bomb: The Private Wars of Leslie R. Groves. Stanley Goldberg war auch Berater (Consultant) des National Air and Space Museum und der Smithsonian Institution in Washington, hier vor allem zur Vorbereitung einer Ausstellung zur Erinnerung an die Atombombenabwürfe vor 50 Jahren. Das Konzept wurde aber von der US-Regierung nicht genehmigt<sup>4</sup> – woraufhin er nicht mehr bereit war, weiterhin Verantwortung für die Ausstellung zu übernehmen, und von seinem Consultant-Amt zurücktrat.

Alexei B. Kojewnikow ist ausgebildeter Physiker, der sich früh der Wissenschafts- und Sozialgeschichte der Physik zugewandt hat. Bereits seine Promotion am Moskauer Akademie-Institut für die Geschichte der Naturwissenschaft und Technik von 1989 behandelte die Entwicklung der Quanten-Elektrodynamik von 1925 bis 1932. Seit 1990 gehört er als Wissenschaftlicher Forschungs-Assistent ebendiesem Institut an und bereitet seine Habilitation über soziale Bereiche der Physik in Rußland vor. Gleichzeitig nahm er mehrere Forschungsstipendien an westlichen Universitäten wahr, hauptsächlich in den USA – gegenwärtig am Center for History of Physics des American Institute of Physics; 1991–1993 war er als Humboldt-Stipendiat am Max-Planck-Institut für Physik in München.

Ebendiesem Max-Planck-Institut für Physik in München, dem Werner-Heisenberg-Institut, gehört Helmut Rechenberg an – seit 1975 als Physikhistoriker. Nicht zuletzt seine großen Lehrer der Physik – die er neben Mathematik, Chemie und Kunstgeschichte in München studiert hatte – brachten ihm die neuere Geschichte dieses Faches nahe: 1964 diplomierte er mit einer experimentalphysikalischen Arbeit am Münchner Institut Walther Gerlachs; 1968 promovierte er über Quantenfeldtheorie bei Werner Heisenberg am Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik. Er nahm danach und während seiner Zugehörigkeit zum Max-Planck-Institut mehrere Forschungsaufenthalte an amerikanischen und europäischen Universitäten wahr. Weltweit bekannt wurde er zuerst durch seine gemeinsam mit J. Mehra bearbeitete voluminöse Geschichtliche Entwicklung der Quantentheorie, die 1982 zu erscheinen begann, dann durch die Herausgabe der Gesammelten Werke Werner Heisenbergs (1984–1993), in denen erstmals auch die Vorträge Heisenbergs im Rahmen der geheimen Sitzungen des sogenannten Uran-Vereins während des Krieges abgedruckt sind<sup>5</sup>. Einschlägig sind darüber hinaus seine Mitwirkung an Ausstellungen zu den deutschen Bemühungen um eine sogenannte Uran-Maschine – unter anderem in Haigerloch, wohin das Heisenbergsche Institut gegen Kriegsende ausgelagert worden war, um dort die Versuche ungestört fortsetzen zu können – sowie ein schmales Bändchen mit einem Kommentar zu den sogenannten Farm-Hall-Berichten, das 1994 erschien.

Ebendiese Farm-Hall-Berichte, die britischen Protokolle, die über die geheimen Abhörungen der in Farm-Hall 1945 nach Kriegsende internierten deutschen Atomforscher angefertigt wurden, hat unser vierter Experte Dieter Hoffmann 1993 in deutscher Übersetzung herausgegeben. Das Buch trägt den Decknamen des Unternehmens als Titel: Operation Epsilon: Die Farm-Hall-Protokolle oder Die Angst der Alliierten vor der deutschen Atombombe, und wurde im Jahre des Erscheinens zum „brisantesten Wissenschaftsbuch“ erklärt. Diese Publikation paßt sich in die bisherigen Forschungsgebiete Hoffmanns ein, die sich speziell der neueren Physik und ihrer technischen und sozialen Einbettung sowie institutioneller Verankerung widmen. 1972 Diplomphysiker, 1976 promoviert und 1989 als Physikhistoriker habilitiert, gehörte Hoffmann ab 1976 dem Institut für Geschichte, Theorie und Organisation der Wissenschaften der Akademie der Wissenschaften der DDR an. Nach deren Auflösung im Zuge des Zusammenschlusses der alten und neuen Bundesländer nahm er verschiedene Stellungen in Nachfolge- und Aufgangsinstitutionen ein; er ist gegenwärtig am Forschungsschwerpunkt Wissenschaftsgeschichte in Berlin, das allerdings Ende des Jahres aufgelöst wird [jetzt: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin].

Am 15. Dezember 1938 hatten Otto Hahn und Fritz Straßmann als Endergebnis einer im Herbst 1934 von Lise Meitner angeregten gemeinsamen Arbeit zur Erzeugung von Trans-

uranen nach Beschuß schwerer Atome (vor allem Thorium und Uran) die Spaltung der Urankerne entdeckt<sup>6</sup>, das heißt vorerst durch komplizierte chemische Analyse Barium statt des erwarteten, vermeintlich nach zweimaligem Alphazerfall des mit Neutronen bestrahlten Urans entstandenen Radiums unter den Folgeprodukten nachgewiesen und auf weitere Bruchstücke anstelle von früher nachgewiesenen vermeintlichen homologen Transuranen geschlossen. Die Arbeit mit diesen Ergebnissen erschien am 6. Januar 1939 in der Zeitschrift Die Naturwissenschaften<sup>7</sup>. Am 21. Dezember 1938 hatte Otto Hahn Lise Meitner, mit der die in Berlin verbliebenen beiden Mitglieder des bewährten Teams Hahn/Meitner/Straßmann seit ihrer Emigration Mitte Juli über ihn brieflich über alle Versuche in Diskussion standen, einen ersten Bericht zukommen lassen:

*Wie schön und aufregend wäre es jetzt gewesen, wenn wir unsere Arbeit wie früher gemeinsam hätten machen können. [...] Am Freitag soll die Arbeit zu den „Naturwissenschaften“ gebracht werden. Nach unseren Ra[dium]-Beweisen schließen wir, daß wir als „Chemiker“ den Schluß ziehen müssen, daß die drei genau studierten Isotope gar kein Ra[dium] sind, sondern vom Standpunkt des Chemikers aus Ba[rrium]. Auch das aus den Isotopen entstehende Ac[tinium] ist kein Ac[tinium], sondern offensichtlich La[nthan]. Wir können unsere Ergebnisse nicht totschrweigen, auch wenn sie physikalisch vielleicht absurd sind. Du siehst, Du tust ein gutes Werk, wenn Du einen Ausweg findest.*

Gleichzeitig kündigte er eine Durchschrift der Arbeit an, die er am folgenden Tag auf die Post gab. Bereits am 1. Januar 1939 berichtete Lise Meitner ihm über gemeinsam mit ihrem Neffen Otto Robert Frisch angestellte Überlegungen zur theoretischen Deutung der radiochemischen Ergebnisse aus Berlin, die Frisch dann in Kopenhagen, wo er seit seiner Emigration am Institut von Niels Bohr wirkte, experimentell überprüfte und bestätigte; die telefonisch abgesprochene gemeinsame Publikation dieser Deutung wurde am 16. Januar 1939 der Nature eingereicht und erschien am 11. Februar<sup>8</sup>.

Meitner und Frisch hatten die Frage der Spaltprodukte unter energetischen Gesichtspunkten aufgegriffen; und es war schnell klar geworden, daß beim Spaltungsprozeß jeweils relativ hohe Kernenergien freigesetzt wurden und vermutlich auch mehrere Neutronen, so daß deren Überschuß die Spaltung weiterer Kerne verursachen und eine Kettenreaktion auslösen müßten. Am 10. Januar schrieb Otto Hahn an Lise Meitner: „Unsere Theoretiker haben jetzt angefangen, über die Ba[rrium]-Sache zu diskutieren und nachzudenken. [...] es wird ja wohl auch von hier aus [...] darüber gegrübelt ...“ Am Berliner Institut haben vor allem die Physiker Siegfried Flügge und Gottfried von Droste aus der Meitnerschen Abteilung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie entsprechende Berechnungen vorgenommen. Sie kamen unabhängig von Meitner und Frisch zu gleichen Ergebnissen und stellten auch Überlegungen hinsichtlich einer technischen Nutzung an<sup>9</sup>.

*Wie hat man in Deutschland selbst auf diese Ereignisse reagiert?*

### **Helmut Rechenberg: Die deutschen Uranprojekte 1939–1942**

Bereits am 2. Februar 1939 stellte ein ungarischer Emigrant aus Europa, Leo Szilard, in den USA fest, daß Uranspaltungsbomben „ganz allgemein sehr gefährlich wären, besonders in der Hand gewisser Regierungen“. Er meinte damit namentlich die nationalsozialistische in Deutschland und schrieb seinem Pariser Kollegen Frédéric Joliot, er möge positive Versuchsergebnisse über die Neutronenvermehrung im Uranspaltungsprozeß geheimhalten. Joliot folgte der Warnung nicht; und seine im April veröffentlichten Daten<sup>10</sup> stießen zwei deutsche Kernenergieprojekte an:

1. Am 22. April 1939 trug Wilhelm Hanle im Göttinger Physik-Kolloquium über die Uranspaltung und ihre Folgen vor; sein Chef Georg Joos informierte umgehend das vorgesetzte Reichserziehungsministerium.

2. Unabhängig davon schrieben am 24. April 1939 die Hamburger Physikochemiker Paul Harteck und Wilhelm Groth einen Brief an das Oberkommando der Wehrmacht, in dem sie vor allem auf die militärische Nutzung hinwiesen.

Das Reichserziehungsministerium reagierte umgehend und rief zum 29. April 1939 neben Hanle und Joos seine Experten – Walther Bothe, Peter Debye, Robert Döpel, Hans Geiger, Wolfgang Gentner und Gerhard Hoffmann – zur „Besprechung über die Frage einer sich selbst fortpflanzenden Kernreaktion“ nach Berlin. Die Göttinger Physiker Hanle, Joos und Reinhold Mannkopff erhielten den Auftrag, Energiegewinnungsversuche (mit Uran und Kohlenstoff) anzustellen. Sie wurden aber am 20. August 1939 zu Wehrübungen eingezogen; denn nach ausführlichem Studium des Briefes von Harteck und Groth wollte das deutsche Militär ein eigenes Uranprojekt durch sein Heereswaffenamt beginnen.

Zu einer ersten vom Heereswaffenamt einberufenen Sitzung kamen Bothe, Siegfried Flügge, Geiger, Hoffmann, Josef Mattauch und Georg Stetter am 16. September zusammen. Einige Wochen später holte man Klaus Clusius, Otto Hahn, Werner Heisenberg, Joos und Carl Friedrich von Weizsäcker hinzu. Entgegen den Wünschen des Heereswaffenamtes wurde beschlossen, das Projekt dezentral an Universitäten (Hamburg, Leipzig, München), Instituten (Berlin, Heidelberg, Wien) und der Heeresforschungsstelle Gotow auszuführen unter der zentralen Leitung des militärischen Sprengstoffexperten und Kernphysikers Kurt Diebner am Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Berlin. Die Aufgabe des Projektes lautete nach Erich Bagge<sup>11</sup>:

Alle Vorbereitungen zu treffen, die Frage nach der technischen Realisierbarkeit der Kernenergiegewinnung eindeutig zu beantworten. Es wäre natürlich sehr schön, wenn es gelänge, eine neue Energiequelle zu erschließen, sie werde mit großer Wahrscheinlichkeit auch militärische Bedeutung haben; eine negative Feststellung sei aber ebenso wichtig, da man dann sicher sei, daß auch der Feind nicht über sie verfügen könne.

Der Ablauf des deutschen Uranprojektes im Zweiten Weltkrieg ist in wissenschaftshistorischen Studien (David Irving, Mark Walker, Helmut Rechenberg) und populären Büchern (etwa Robert Jungk und Jost Herbig)<sup>12</sup> hinreichend geschildert worden. Zunächst entwickelte Heisenberg im Dezember 1939 die Theorie der ‚Uranmaschine‘, das heißt eines Kernreaktors mit Natururan und Bremssubstanz, für die nach experimentellen Ergebnissen von Bothe und Peter Jensen (Anfang 1941) nur Schweres Wasser in Frage kam. Die Leipziger Versuche von Robert Döpel und Werner Heisenberg stellten (andeutungsweise im Herbst 1941 und klar im Frühjahr 1942) experimentell eine Neutronenvermehrung und damit das Funktionieren eines Reaktors sicher – vor Enrico Fermis gleichlautendem Resultat in den USA. Damit endete die erste ‚militärische‘ Phase des deutschen Uranprojektes.

*Niels Bohr war natürlich Anfang des Jahres 1939 in die Diskussion um die Deutung des Spaltvorganges in Kopenhagen einbezogen worden, mußte aber vor Abschluß der experimentellen Überprüfung der Überlegungen von Lise Meitner und Otto Robert Frisch zu einer Reise in die USA aufbrechen, so daß Frisch ihm die Ergebnisse in dem „längsten Telegramm der Wissenschaftsgeschichte“ telegraphisch nach Amerika nachschicken mußte. Auf diese Weise wurden sie auch in den USA noch vor dem Erscheinen des Januar-Heftes der Zeitschrift Die Naturwissenschaften bekannt – und lösten hier sogleich heftige Diskussionen und Reaktionen aus, weil die Ergebnisse versprachen, eine ganze Reihe von aufgelaufenen Problemen der Kernphysik lösen zu können, und weil vielen schlagartig klar wurde, wie nah sie selbst dieser Entdeckung gewesen waren<sup>13</sup>:*

#### **Stanley Goldberg: Die Vereinigten Staaten von Amerika nehmen Notiz<sup>14</sup>**

Die Konsequenzen waren jedermann klar: Es könnte möglich sein, Technologien zu erfinden, um Nutzen aus der Spaltung zu ziehen. Ein schlagartiges Freiwerden von Energie dieser Größenordnung in einer kleinen Masse Uran könnte eine Explosion von bislang unvorstellbarem Ausmaß nach sich ziehen; eine kontrollierte Freisetzung der Energie von Spaltungsprozessen könnte die Technik und Wirtschaft der Energieerzeugung revolutionieren. Aber wie das in die Praxis umzusetzen wäre, war niemandem klar.

Aber es gab in den USA eine Gruppe, die die Möglichkeit praktischer Anwendungen der Urankernspaltung sehr ernst nahm, nämlich einige Wissenschaftler, die aus Europa nach Amerika emigriert waren und direkt die Rücksichtslosigkeit und die unberechenbaren Maßnahmen der nationalsozialistischen Machthaber in Deutschland erfahren hatten. Wissend, daß die Atomspaltung in Deutschland entdeckt worden war, befürchteten sie, daß deutsche Wissenschaftler eine Atombombe entwickeln und dem deutschen Militär zur Verfügung stellen könnten. Die einzige Verteidigung gegen eine solche schreckliche Waffe wäre die Drohung, zu einem Vergeltungsschlag mit einer ähnlichen Waffe in der Lage zu sein.

Angestachelt durch den ungarischen Physiker Leo Szilard, hatte eine kleine Gruppe emigrierter Wissenschaftler nach Monaten vergeblichen Versuchens Ende 1939 über Albert Einstein die US-Regierung von der Wichtigkeit und Dringlichkeit überzeugen können, technisch verwertbare Spaltungstechnologien zu entwickeln. Die Finanzierung dieser Uranforschung erfolgte zunächst durch das National Bureau of Standards (NBS), dessen Leiter Lyman J. Briggs gleichzeitig als Chairman des Uran-Komitees fungierte, das eingesetzt wurde, um die Forschungsarbeit zu kontrollieren und zu koordinieren.

Es war schnell erwiesen, daß es das in natürlichem Uran seltene Isotop Uran 235 ist, das gespalten wird. Es wurde ebenfalls schnell festgestellt, daß während des Spaltvorganges im Schnitt mehr als ein Neutron freigesetzt wird. Diese beiden Sachverhalte bestimmten die Richtung des Forschungsprogramms der USA in den Jahren 1940 und 1941. Der Schlüssel für die technische Nutzung der Kernspaltung war die Möglichkeit, die überschüssigen Neutronen zum Ingangsetzen einer Kettenreaktion von Urankernspaltungen einzusetzen.

Sollten ernsthafte Anstrengungen unternommen werden, eine auf dem Effekt der Spaltung beruhende Bombe zu bauen, so wäre es notwendig, U 235 von U 238 zu trennen. Isotopentrennung war aber 1939 noch eine wenig entwickelte Technik. Die beiden Isotope sind ja chemisch äquivalent; und der einzige Unterschied, auf dem ein Trennverfahren hätte beruhen können, war der Umstand, daß beide sich um das Gewicht von drei Neutronen (also gerade einmal 1,3%) unterscheiden. So schien jegliches Verfahren auf die Tatsache angewiesen zu sein, daß Isotopen unterschiedlichen Gewichts sich unter der Einwirkung mechanischer Kräfte mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen. Gearbeitet wurde an diesem Problem an der Columbia-Universität unter allgemeiner Leitung von Harold Urey. Sechs oder sieben verschiedene Prozesse wurden untersucht, aber die beiden vielversprechendsten waren die Gasdiffusion und die Gaszentrifuge, die beide eine flüchtige Uran-Verbindung, Uranhexafluorid ( $\text{UF}_6$ ), verwenden, gefährlich sowohl bei der Herstellung als auch bei der Handhabung. Im Frühjahr 1941 hatte die Lösung der Grundprobleme für beide Prozesse noch erst die Laboratoriumsphase zu überwinden.

Anfang 1941 wurde auf Drängen des Erfinders des Zyklotrons, Ernest Orlando Lawrence, in seinem Strahlungslabor (Radiation Laboratory) an der University of California in Berkeley eine andere Technologie erprobt, das elektromagnetische Trennverfahren, bei dem die Kräfte ausgenutzt werden, die von einem elektromagnetischen Feld auf geladene Teilchen ausgeübt werden. Als aktives Material wurde dazu ionisiertes Urantetrachlorid ( $\text{UCl}_4$ ) verwendet. Wie bei anderen Verfahren schienen die Ergebnisse einen gewissen Erfolg zu versprechen.

Eine zweite technische Entwicklung, bei der die Uranspaltung angewendet werden konnte, war die Energieerzeugung. Anders als beim Versuch, das schlagartige Freisetzen von Energie aus einer kompakten Masse Uran 235 weiterzuentwickeln, war hierbei die kontrollierte Freisetzung von Energie im Hinblick auf eine stetige Produktion von Wärme das Ziel, die dann zur Energieerzeugung benutzt werden könnte. Diese Arbeiten wurden 1940 und 1941 ebenfalls an der Columbia-Universität durchgeführt, und

zwar unter der Leitung des italienischen Emigranten Enrico Fermi. Die allgemeine Strategie bestand darin, einen Würfel aus einer Substanz, die Neutronen abbremst, aber nicht absorbiert, herzustellen, in den kleine Kugeln aus Uran oder Uranoxid in regelmäßigen Abständen eingebettet werden. Bei der Uranspaltung entstehende schnelle Neutronen werden von der Bremssubstanz (dem ‚Moderator‘) reflektiert und abgebremst, bis sie auf einen anderen U 235-Kern treffen oder von einem der häufigeren U 238-Kerne absorbiert werden. Solch eine Einrichtung wurde anfangs ‚Atom-Meiler‘ (*pile*) genannt, später kam der heute gebräuchliche Name ‚Reaktor‘ auf.

Es war bekannt, daß ‚Schweres Wasser‘ eine ausgezeichnete Bremssubstanz bilden würde; Schweres Wasser kommt jedoch in der Natur sehr selten vor, und die Verfahren zu seiner Anreicherung waren sehr kostspielig. Enrico Fermi und Leo Szilard waren aber zuversichtlich, daß Kohlenstoff in Form von Graphit ebenfalls eine ausgezeichnete Bremssubstanz bilden könnte, wenn er frei von Neutronen absorbierenden Verunreinigungen hergestellt würde; und sie forderten eine bis dahin unvorstellbare Reinheit. Fermis und Szilards Intuition entsprangen dann Experimente mit immer reinerem Graphit.

Anfang 1941 konnte, wie theoretisch vorhergesagt, von Glenn T. Seaborg bestätigt werden, daß ein Kern von Uran 238 nach Einfang eines Neutrons eine Reihe von Reaktionen durchläuft, die ihn vom Element 92 zum Element 94 wandeln, und daß ferner Element 94 mit dem Atomgewicht 239, später Plutonium (Pu 239) genannt, spaltbar sein müßte. So war man sich im Frühjahr 1941 darüber im klaren, daß, wenn man einen sich selbsterhaltenden Kernreaktor zustande brächte, dieser nicht nur ungeheure Energiemengen erzeugte, sondern auch U 238 in spaltbares Pu 239 umwandelte. Das Problem war dann die chemische Trennung des Plutoniums vom Uran – ein Vorgang, der dadurch noch komplizierter wurde, daß der Kernreaktor neben Energie und Plutonium auch eine große Anzahl radioaktiver Nebenprodukte erzeugen würde, die so gefährlich sind, daß die Erfindung automatischer Verfahren erforderlich wurde.

Anfang 1941 war als ein Ergebnis all dieser Aktivitäten der anfängliche Ansatz von 6000 Dollar angewachsen auf Ausgaben von jährlich über 100000 Dollar.

**Die Entscheidung für den Bau der Bombe**<sup>15</sup>: Im Frühjahr 1940 war die behördliche Aufsicht für die Kernforschung auf das National Defense Research Committee (NDRC) übergegangen, das gegründet worden war, um die Entwicklung neuer kriegsrelevanter Technologien wie Radar, Sonar und Magnetzünder zu koordinieren, und unter der Leitung von Vannevar Bush stand, dem Direktor der Carnegie Institution in Washington. Im Verlaufe des Jahres veranlaßte Bush nichts Durchgreifendes bezüglich der Arbeiten an der Kernspaltung. Briggs blieb Vorsitzender des Uran-Komitees, und die Arbeiten an den verschiedenen Universitätsinstituten wurden ebenfalls fortgeführt; aber im Frühjahr 1941 wurde Bush klar, daß für die Zukunft der Kernforschung eine Entscheidung gefällt werden mußte. Ein den USA drohender Krieg zeichnete sich immer deutlicher ab; und die Arbeit der verschiedenen Abteilungen des NDRC erforderte mehr und mehr Personal, mehr und mehr Geld.

Der Kongreß hatte dem Präsidenten großzügig einen Notfonds für Mobilmachungsmaßnahmen genehmigt; und daraus wurde das NDRC einschließlich des Uran-Komitees finanziert. Als aber die Komplexität und der Aufgabenbereich der Kernforschung sich ausweiteten, drohte sie das gesamte NDRC zu schlucken. Eines seiner leitenden Prinzipien war jedoch, daß die zur Verfügung stehenden Mittel nur für solche Projekte verwendet werden sollten, deren Ergebnisse noch in dem allgemein so bezeichneten ‚bevorstehenden Konflikt‘ (*upcoming conflict*) anwendbar wären. Einige seiner engsten Kollegen drängten deshalb Bush, die Kernforschung nicht weiterzubetreiben, da sie in naher Zukunft kaum etwas würde erbringen können. Andererseits glaubte Bush wie viele Wissenschaftler und Ingenieure, die für das Uran-Komitee arbeiteten, daß die Deutschen an

einem eigenen Kernspaltungsprojekt arbeiteten; und die Vorstellung, daß Hitler eine Atombombe vor den gegen ihn verbündeten Nationen besitzen könnte, konnte er nicht ertragen. Um eine Entscheidung in seinem Sinne herbeiführen zu können, bat Bush den Präsidenten der National Academy of Science (NAS), Frank Jewett, einen geheimen Ausschuß auserwählter Experten zu bestimmen, um das Uranprojekt begutachten und Empfehlungen aussprechen zu lassen.

Zur gleichen Zeit, als der Ausschuß unter der Leitung von Arthur Holly Compton seine Arbeit aufnahm, billigte Präsident Roosevelt Ende Juni 1941 einen von Bush vorgelegten Plan zur Reorganisation der gesamten Kriegsforschung, in der das NDRC wie andere Einrichtungen Teil einer neuen, von Bush geleiteten Organisation wurde, des Office of Scientific Research and Development (OSRD), dessen Mandat viel weiter gesteckt war. Das Uran-Komitee, jetzt als Abteilung S-1 bezeichnet, blieb im NDRC, dessen neuer Vorsitzender, der Harvard-Präsident James Bryant Conant, größeres persönliches Interesse an der Durchführung der Uran-Arbeiten hatte<sup>16</sup>.

Conant selbst war allerdings äußerst skeptisch bezüglich der Möglichkeit, daß die Kernforschung sich rechtzeitig zu dem ‚bevorstehenden Konflikt‘ auszahlen würde, und drängte Bush den ganzen Sommer und den frühen Herbst 1941 über, die Forschungen zur Kernspaltung einzustellen. Als auch noch der Experten-Ausschuß der Akademie nur wenig mehr empfahl, als die Forschungen sechs Monate fortzuführen und dann ein neues Gutachten zu erstellen, war Bush zu tiefst enttäuscht. Er verstärkte den Ausschuß mit einigen Ingenieuren und bat, die Empfehlungen noch einmal zu überdenken. Die neuen Empfehlungen, die Bush im Juli übermittelt wurden, waren aber kaum geändert: Fortsetzung der Arbeiten für ein Jahr, danach Erstellung eines neuen Gutachtens.

Daraufhin legte Bush verärgert das ganze Begutachtungsverfahren erst einmal auf Eis, stellte aber während des Sommers sicher, daß sämtliche Mitglieder des Ausschusses Kenntnis von dem Bericht des Britischen Komitees unter der Leitung von George Paget Thomson erhielten, das überzeugt war, daß eine Atombombe innerhalb von zwei Jahren gebaut werden könnte; er ergänzte den Ausschuß noch durch einige Wissenschaftler, von denen er wußte, daß sie einem Atombombenprogramm positiv gegenüberstanden, und wies den Vorsitzenden Arthur H. Compton an, die Ausschußmitglieder anzuhalten, ihren Bericht auf die Aussichten für den Bau einer Atombombe zu konzentrieren. Am 6. November 1941 schließlich verabschiedeten sie ein Gutachten, das Compton vor der Sitzung entworfen hatte und das zu dem Ergebnis kam, daß eine Atombombe mit großer Sicherheit innerhalb von zwei Jahren gebaut werden könnte und die Gesamtkosten des Unternehmens 133 Millionen Dollar betragen würden. Bush war bereits von Präsident Roosevelt verpflichtet worden, sich an die Empfehlungen des Komitees zu halten.

Um die Entwicklung der Bombe zu erleichtern und dem OSRD den Finanzierungsdruck zu nehmen, machte Bush jetzt auf Vorschlag Präsident Roosevelts Pläne, das gesamte Projekt an das Pionierkorps der Armee (Army Corps of Engineers) zu überstellen. Bis dahin wußte der Kongreß nichts von dem Projekt. Bush war bestrebt, es dabei zu belassen, und eine Möglichkeit, das zu erreichen, war, das Budget für das Projekt in dem riesigen, durch Gesetz bewilligten Etat des Pionierkorps verborgen zu halten.

Es ist schon eine Ironie des Schicksals, daß genau zu der Zeit, als Bush und Präsident Roosevelt die Vereinigten Staaten festlegten, intensive Anstrengungen zu unternehmen, eine Atombombe zu bauen, das deutsche Militär sich gegen die Entwicklung eines solchen Sprengkörpers entschied – ohne daß man sich über die Gründe dafür bereits im klaren wäre<sup>17</sup>.

Im Januar 1942 wurde dann die Struktur der S-1-Forschung neu organisiert. Die Laboratorien an der Columbia-Universität unter Harold Urey wurden beauftragt, sich auf die Erforschung verschiedener Methoden zur Trennung der Uranisotopen mit Aus-



nahme der elektromagnetischen zu konzentrieren, die weiterhin die Arbeitsgruppe von Ernest Lawrence in Berkeley bearbeiten sollte. Die gesamte theoretische und experimentelle Arbeit zum Plutonium und zum Entwurf und zur Produktion der Bombe selbst sollte an der Universität von Chicago unter der Leitung von Arthur H. Compton erfolgen. Daraufhin mußten Fermi und seine Gruppe, die an der Entwicklung eines Kernreaktors arbeiteten, dessen primäres Ziel die Produktion von Plutonium wurde, nach Chicago umziehen. Die Laboratorien an der Chicago-Universität wurden ‚Met Labs‘ (für ‚Metallurgic Laboratories‘) genannt, die an der Columbia-Universität ‚SAM Labs‘ (für ‚Substitute Alloy Materials Laboratories‘).

Die formelle Übernahme des Projekts durch das Pionierkorps der Armee erfolgte allerdings erst im Juni 1942. Der Oberbefehl wurde Oberst James C. Marshall übertragen, einem kompetenten, aber vorsichtigen Organisator, der sich schnell entschied, daß es am besten wäre, die Leitung des Projekts weit weg von den vielen neugierigen Augen in Washington anzusiedeln. Seine Wahl fiel auf eine Büroflucht in einem Wolkenkratzer an der Madison Avenue in Manhattan, New York. Bei der Suche nach einem Namen, der keine Aufmerksamkeit auf das Projekt ziehen sollte, zog er Oberst Leslie R. Groves zu Rate, der damals die gesamten Bauvorhaben der Armee in den USA betreute. Groves schlug ‚Manhattan Engineer District‘ vor, welcher Name das Projekt geographisch bestimmen würde wie bei einem Distrikt irgendeines anderen Pionierkorps, ohne etwas über die wahren Ziele des Amtes preiszugeben. Oberst Marshall zog vor, es ‚DSM Project‘ (wohl für ‚Division of Substitute Materials‘) zu nennen. Es wurde aber der von Groves vorgeschlagene Name gewählt, und mit Fortgang des Krieges wurde dann aus ‚Manhattan Engineer District‘ nach und nach immer häufiger ‚Manhattan Project‘.

Obgleich Groves, der wegen seiner Rolle für die Bauvorhaben der Armee von dem Projekt wußte, Marshall drängte, mit der Grundstückssuche zu beginnen, sträubte dieser sich, damit anzufangen, vor allem weil er nicht sicher war, wieviel Platz für die Produktionsstätten benötigt würde. Fermis Arbeitsgruppe am ‚Met Lab‘ beispielsweise hatte eine kontrollierte Kettenreaktion noch nicht vorgewiesen, so daß genau genommen auch noch nicht bekannt war, wie groß ein Gebäude sein müßte, um den Reaktor zur Produktion von Plutonium aufnehmen zu können. Ende des Sommers wurde Vannevar Bush immer unruhiger; denn aus seiner Sicht schien Oberst Marshall noch sehr wenig erreicht zu haben. Bush waren beträchtliche Etat- und Personalmittel für das Projekt anvertraut worden unter dem Versprechen, daß es rechtzeitig für den Einsatz in diesem Krieg Ergebnisse erbrächte. Er drängte Oberst Marshalls Vorgesetzte, an seine Stelle einen dynamischeren und tatfreudigeren Verwaltungsoffizier zu setzen. Die Antwort war die Ersetzung Marshalls durch Oberst Leslie R. Groves (der nach seiner Ernennung zum General befördert wurde), auf dessen Vorschlag ja schon der Name ‚Manhattan Engineer District‘ zurückging, einen Mann, der dafür bekannt war, ihm Anvertrautes auch wirklich durchzuführen ...<sup>18</sup>

*Nur wenig ist allgemein bekannt, wie man in der Sowjetunion auf die Veröffentlichungen über die Kernspaltung und die dabei mögliche Freisetzung hoher Energien reagiert hat – und welche institutionellen Voraussetzungen hier seinerzeit überhaupt für entsprechende Forschungen bestanden haben:*

**Alexei B. Kojewnikow: *Als ob es nicht um die Bombe ginge (1939–1941):***

Die Ähnlichkeiten und Unterschiede des Atombombenprojektes der Sowjetunion im Vergleich zu dem anderer Länder werden am deutlichsten, wenn man die politische Organisation und die praktische Durchführung ins Auge faßt. Diesen und weniger der Frage, wie man bestimmtes wissenschaftliches und technisches Wissen gewann und erhielt, sind meine kurzen Ausführungen auch hauptsächlich gewidmet. Die sowjetischen

Arbeiten lassen sich unter diesen Gesichtspunkten in drei Phasen unterteilen: die Aktivitäten an den Akademie-Instituten vor 1941, das geheime Forschungsinstitut der Jahre 1943–1945 und die umfassenden militärisch-industriellen Bemühungen nach 1945. Neue, erst in den letzten Jahren bekannt gewordene Informationen erlauben bessere Einsichten in den Sachverhalt.

Die sowjetische Physik war in den 1930er Jahren jung, sowohl als Disziplin als auch von den Forschern her. Sie hatte noch keine großen Leistungen erbracht und hatte keine alten Traditionen, sie war aber flexibel und reagierte rasch auf neue Entwicklungen, darin eher der ebenfalls jungen amerikanischen Physik ähnelnd als der wohl etablierten deutschen, britischen und französischen Wissenschaft. Zu Beginn der Dekade haben sich sehr wenige sowjetische Physiker mit Kernphysik beschäftigt, aber am Ende der Dekade stießen aus anderen Arbeitsgebieten viele hinzu. Die wichtigsten Arbeitsgruppen waren an folgenden vier Instituten<sup>19</sup>:

- Radium-Institut in Leningrad (Gewinnung und Chemie des Radiums, Zyklotron)
- Ukrainisches Physikalisch-Technisches Institut in Charkow (künstliche Radioaktivität, Beschleuniger)
- Leningrader Physikalisch-Technisches Institut (Physik der Neutronen und Positronen, Kerntheorie)
- Physikalisches Institut der Akademie der Wissenschaften in Moskau (kosmische Strahlung)

Ein weiteres Kennzeichen der 1930er Jahre war der Übergang von intensiven Kontakten zu europäischen Physikern in eine faktisch vollständige Isolation; am Ende waren personelle Wechsel, Kongreßreisen und Briefkontakte mit westlichen Kollegen durch die politischen Entwicklungen weitestgehend ausgeschlossen. Die einzige verbliebene Quelle für Informationen von draußen bildeten wissenschaftliche Zeitschriften; diese erlaubten aber den sowjetischen Physikern, wenn auch mit einer gewissen Zeitverzögerung, die Entwicklungen im Westen nachzuvollziehen, ähnliche Forschungsziele zu verfolgen und zu versuchen, konkurrenzfähig zu sein<sup>20</sup>.

Und genau so reagierten sie 1939 auf Otto Hahns und Fritz Straßmanns Publikation der Entdeckung der Kernspaltung des Urans. Igor Wassiljewitsch Kurtschatow und seine Arbeitsgruppe am Leningrader Physikalisch-Technischen Institut stellten sich sofort auf das Studium der Spaltung um. Im Rennen um das Erlangen und Referieren neuer Ergebnisse blieben sie zwar gewöhnlich etwas hinter den westlichen Physikern zurück, aber auch Georgi Nikolajewitsch Flerow und Konstantin A. Petrshac waren erfolgreich und konnten 1940 die Entdeckung der spontanen Spaltung verkünden. Wichtige Ergebnisse erbrachten auch Jakob Borissowitsch Seldowitsch und Juli Borissowitsch Chariton, die 1939–1940 drei Arbeiten über theoretische Berechnungen der Möglichkeit und der Bedingungen für eine Kettenreaktion von Uran veröffentlichten und dabei eine ziemlich treffende Abschätzung der kritischen Masse vornahmen. Diese Ergebnisse wurden meist in russischer Sprache veröffentlicht und blieben offensichtlich im Westen unbemerkt<sup>21</sup>.

Die Physiker der Sowjetunion waren sich natürlich darüber im klaren, daß die Spaltung theoretisch die Möglichkeit sowohl militärischer als auch ziviler Anwendungen der Kernenergie zuließ. Die Möglichkeit, dies auch in der Praxis zu erreichen, wurde 1939 und 1940 in den All-Unions-Konferenzen diskutiert, und dabei wurden, wie in allen anderen Ländern auch, sowohl enthusiastische Visionen als auch skeptische Bemerkungen vorgebracht. Die Akademie der Wissenschaften setzte eine spezielle Kommission zur Koordinierung der Uranforschung und ihrer Ressourcen ein. Allerdings unterschieden sich die Sowjets in einem wichtigen Punkt von den Engländern, Amerikanern und Deutschen (darin nun wieder den Franzosen gleichend); sie beeilten sich nämlich nicht, aus Geheimhaltungsgründen Publikationsbeschränkungen einzuführen oder die Regierung zu drängen, ein geheimes, auf die praktische Umsetzung ausgerichte-

tes Forschungsprojekt zu starten. Selbst die Abschätzungen der kritischen Masse, die denen in dem berühmten geheimen Memorandum von Otto Robert Frisch und Rudolph Peierls in England ähnelten, wurden in der UdSSR in einer unbeschränkt zirkulierenden wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlicht, als ob es dabei nicht um die Möglichkeit ginge, eine neue Waffe zu bauen.<sup>22</sup>

Eine befriedigende Erklärung für diese Besonderheit sollte meiner Meinung nach die sehr sowjetspezifische Philosophie berücksichtigen, die in den 1930er Jahren unumwunden und ausdrücklich die Vorstellung von einer ‚reinen‘ Wissenschaft ablehnte. Nur solche Wissenschaft galt als ihres Namens würdig, die entweder auf direkte oder auf mögliche Anwendungen ausgerichtet war. Aus dieser Sicht wäre die Position einer immer teurer werdenden Kernphysik sehr ungünstig gewesen; denn für eine ganze Reihe von Jahren konnte sie keinerlei mögliche Anwendung versprechen. (Anders als Ernest O. Lawrence in den USA und manche Kollegen in Europa hatten die sowjetischen Physiker nicht die Hoffnung, ihre Machthaber davon überzeugen zu können, daß das Zyklotron ein medizinisches Gerät sei<sup>23</sup>.) 1938 drohte die gesamte Finanzierung der Kernforschung an den Physikalisch-Technischen Instituten auszulaufen. Das Arbeitsgebiet wurde dann, zum Teil nach bedenklichen Kompromissen, schließlich erhalten durch den Wechsel der Institute aus dem Industrie-Ministerium unter die sicherere Obhut der Akademie der Wissenschaften, aber auch durch die Entdeckung der Kernspaltung. Diese Entdeckung verlieh der Kernphysik etwas, das ihr so hoffnungslos gefehlt hatte, um sie als selbständige Wissenschaft rechtfertigen zu können: die Aussicht auf eine spätere, vielleicht etwas utopische, aber praktische Anwendung. Die sowjetischen Physiker waren glücklich, diese Anwendung diskutieren zu können, die ja zum Status der Uran-Forschung als einer (im sowjetischen Sinne) ‚akademischen‘ Tätigkeit in überhaupt keinem Widerspruch stand. Insofern wird völlig verständlich, daß die Physiker, die nicht zum Militär eingezogen wurden, fast sofort, seitdem die UdSSR sich im Juni 1941 in einem totalen Krieg mit dem Dritten Reich befand, ihr Forschungsobjekt Uran aufgaben zu Gunsten eines mehr den realistischen Anforderungen entsprechenden und direkt anwendbaren Forschungsprojekts – vergleichbar pulverförmigem Trockenbrennstoff und dem Schutz von Schiffen gegen Magnetminen.<sup>24</sup>

*Das deutsche Projekt einer ‚Uranmaschine‘, also eines „Kernreaktors mit [angereichertem] Natururan und [geeigneter] Bremssubstanz“, scheint aber über den experimentellen Nachweis einer Neutronenvermehrung, die letztlich verhängnisvolle Auswahl der Bremssubstanz und die Anreicherungsverfahren für Uran 235 nicht hinausgekommen zu sein; zumindest sind die Warnungen vor einer deutschen Bombe wohl höchst unrealistisch gewesen.*

### **Helmut Rechenberg: *Das Ende des deutschen Uranprojekts und seine Natur***

Mitte 1942 übergab das Heereswaffenamt sein Uranprojekt in ‚zivile Hände‘, an den Reichsforschungsrat (die administrative Leitung hatte bis Ende 1943 Abraham Esau, dann Walther Gerlach). Die Reaktorversuche gingen planmäßig weiter; vor allem der Mangel an Schwerem Wasser – die norwegische Fabrik Norsk Hydro wurde 1943 zerstört – und die Kriegereignisse beeinträchtigten den Fortgang, so daß eine Kettenreaktion in Deutschland vor Kriegsende nicht verwirklicht werden konnte.

Man darf sagen, daß der frühe Beginn des deutschen Uranprojektes die Konzentration auf ein Atombombenprojekt ausschloß. Als dann endlich Ende 1941 sichergestellt war, daß eine Kettenreaktion funktionieren würde, zog sich das Heereswaffenamt zurück. In allen heute zugänglichen Geheimerberichten über das deutsche Uranprojekt im Zweiten Weltkrieg findet man nur spärliche Hinweise auf den ‚Kernsprengstoff‘. So trägt ein einziger, früher Beitrag von Peter O. Müller den Titel: *Eine Bedingung für die Verwendbarkeit von Uran als Sprengstoff* (Mai 1940). Er beschreibt eine vollständig untaugliche An-

ordnung, die überdies aus großen Mengen des Isotops U 235 bestehen mußte, das in Deutschland auch gegen Kriegsende nur milligrammweise vorhanden war.

Das deutsche Uranprojekt im Zweiten Weltkrieg sollte man also aus sachlichen Gründen keineswegs als Bombenprojekt bezeichnen; denn irgendwelche eingehenden theoretischen Überlegungen wurden ebensowenig angestellt wie spezifische Experimente in dieser Richtung. Selbst die Wunschvorstellungen der Diebnerschen Gruppe vom Heereswaffenamt hielten sich in bescheidenem Rahmen. So formulierte ihr Bericht vom Februar 1942, der die Absicht verfolgte, das Uranprojekt dem Heereswaffenamt zu erhalten, folgende kümmerliche Aussagen zur militärischen Nutzung der Kernenergie (*Energiegewinnung aus Uran*, Februar 1942, S. 12):

Ein Sprengstoff würde daher höchstens sehr kleine Mengen von U 238 enthalten dürfen. Außer der vollständigen Isotopentrennung, die [...] aber technisch sehr schwierig ist, kennen wir heute theoretisch einen zweiten Weg zur Herstellung eines Sprengstoffs, der aber erst erprobt werden kann, wenn eine Wärmemaschine läuft.

Der letzte Satz bezog sich auf den in einem Uranreaktor erzeugten neuen Stoff (Element 94 oder Plutonium), auf den von Weizsäcker erstmalig im Juli 1940 hingewiesen hatte. Aber selbst Diebner glaubte 1942 nicht daran, daß man in absehbarer Zeit Atombomben herstellen könne.

*Ganz anders sah allerdings die Entwicklung offensichtlich in den Vereinigten Staaten aus. Aber wie hat man dort die doch wohl vergleichbaren wissenschaftlichen und technischen Probleme in den Griff bekommen?*

*Die von Stanley Goldberg vorgesehenen Schilderungen der Geschehnisse im eigentlichen ‚Manhattan Project‘ unter der Leitung von General Leslie Groves bis hin zu den Abwürfen der Bomben auf japanische Städte sind zu interessant und wichtig für die Thematik, als daß man sie durch Kürzungen in die vom Zeitplan her vorgesehene Länge bringen sollte; zumal hierzu zum Teil neue und bisher nicht publizierte Forschungsergebnisse angekündigt wurden. Seine Ausführungen werden aber als Ergänzung bei der Publikation in voller Länge mit abgedruckt werden [siehe Stanley Goldberg: *General Groves and the Bombing of Hiroshima and Nagasaki*. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 19 (1996), 207–217]. Hier müssen wir uns mit einer kurzen Zusammenfassung begnügen:*

### **Stanley Goldberg: Zusammenfassung**

Sobald die USA sich einmal für den Bau einer Atombombe entschieden hatten, entwickelte das ‚Manhattan Project‘ eine Eigendynamik; zumal es in dem Bestreben, die Finanzierung unbemerkt von der Öffentlichkeit und dem Kongreß vorzunehmen, dem Pionierkorps der Armee unterstellt und General Leslie R. Groves, bekannt dafür, Dinge in die Hand zu nehmen und zu Ende zu führen, die Leitung übertragen worden war.

Die Beiträge der Wissenschaftler waren zwar unverzichtbar und entscheidend, doch hatten diese wenig Verständnis dafür, was erforderlich war, um ihre Labor-Experimente in die Praxis und den Maßstab industrieller Fertigung zu überführen; darin war aber General Groves ein Meister. Auf dem Höhepunkt des Vorhabens im Sommer 1944 beschäftigte das Projekt in großen und kleinen Einrichtungen überall in den USA und in Kanada immerhin über 160 000 Menschen; und es kann als Zeichen für die Effektivität des Sicherheitssystems angesehen werden, daß die meisten der am Projekt Arbeitenden nichts über den wahren Zweck ihrer Tätigkeit wußten und daß die meisten Amerikaner überhaupt erst durch die Meldung des Bombenabwurfs über Hiroshima vom 6. August 1945 eine vage Ahnung von dem Projekt erhielten.

General Groves war aber nicht nur für die Konstruktion der Bombe verantwortlich, er übernahm auch die Verantwortung für die Planung des Abwurfs der Bomben in Japan, und er gab – was weniger bekannt ist – auch die Befehle, welche die Bomben auf ihren Weg nach Hiroshima und Nagasaki schickten. Alle anderen damaligen Ent-

scheidungsträger (mit Ausnahme wohl des Präsidenten Harry S. Truman, der aber nicht einbezogen wurde) scheinen froh gewesen zu sein, daß Groves ihnen die Entscheidung für den Abwurf und dessen Durchführung abnahm; und er war von Anfang an entschlossen gewesen sicherzustellen, daß sowohl die Plutonium- als auch die Uranbombe noch vor dem Kriegsende fertiggestellt und dann auch über japanischen Städten abgeworfen würden.

*Die Militärmaschinerie hatte sich also mit ihrer Eigendynamik unbeeinflussbar durch Außenstehende durchgesetzt. – Und dabei ist zu bedenken, daß die von Hans Rechenberg geschilderte Sachlage in Deutschland der faktische Hintergrund für die von dem theoretischen Physiker Fritz Georg Houtermans während eines kurzen Aufenthaltes in der Schweiz im Frühjahr 1942 an den in Amerika wirkenden ungarischen Physiker Eugene Paul Wigner übermittelte und ernst genommene Aufforderung gewesen war: „Beeilt Euch, wir sind nah dran!“*

*Der in Danzig geborene theoretische Physiker Houtermans war zwar eine schillernde Persönlichkeit, aber immerhin unbestrittener Experte in Fragen der Nuklearphysik, speziell der thermonuklearen Reaktionen: Er hatte 1927 in Göttingen bei James Franck promoviert und sich 1932 bei Gustav Hertz in Berlin-Charlottenburg habilitiert, war dann 1933 in die UdSSR emigriert und hatte dort 1935–1937 ein Labor am Ukrainischen Physikalisch-Technischen Institut in Charkow geleitet, bevor er dann nach dem Hitler-Stalin-Pakt 1939 wieder ausgewiesen wurde; er arbeitete ab 1940 an dem auf Betreiben Manfred von Ardenes aus Mitteln des Reichspostministeriums gegründeten und unterhaltenen Instituts für Kernphysik in Berlin-Lichterfelde (später an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt), in unmittelbarer Nähe zu den deutschen Koryphäen, vor allem zu Carl Friedrich von Weizsäcker; und er hatte sich speziell mit der Möglichkeit beschäftigt, Transurane statt des nur unzureichend anzureichernden Uran 235 für sich selbst erhaltende Spaltprozesse zu verwenden. Sein im August 1941 dem geheimen Uran-Verein vorgelegter Bericht Zur Frage der Auslösung von Kern-Kettenreaktionen (German Reports G-94) ist aber nach Auskunft Helmut Rechenbergs nicht an das Uranprojekt des Heereswaffenamtes (Diebner) weitergeleitet worden. Um dem Inhalt seines Telegramm irgendeine Form von Rechtfertigung geben zu können – selbst wenn Leo Szilard, der bereits 1932 Deutschland verlassen und ja schon 1939 Albert Einstein zu seinem Brief an den amerikanischen Präsidenten animiert hatte, den Inhalt dramatisiert haben sollte<sup>25</sup> –, muß man davon ausgehen, daß zumindest nach außen und den geldgebenden Instanzen gegenüber von den am deutschen Uranprojekt Beteiligten ein Bemühen um eine militärische Nutzung demonstriert wurde. Mark Walker hat denn auch jüngst die These wiederholt<sup>26</sup>, daß die deutschen Atomforscher ihre wissenschaftliche Niederlage unmittelbar nach dem Kriege in einen moralischen Sieg für sich umzumünzen versucht hätten, und das offensichtlich bis heute mit Erfolg (?).*

### **Dieter Hoffmann: Reaktionen der in Farm Hall internierten deutschen Kernphysiker auf die amerikanische Atombombe**

Die Gäste waren über die Nachricht sehr verblüfft. Zuerst wollten sie sie nicht glauben und waren der Meinung, es handle sich um einen Bluff unsererseits, um die Japaner zur Kapitulation zu bewegen. Nachdem sie die offizielle Bekanntgabe gehört hatten, wurde ihnen bewußt, daß es sich um eine Tatsache handelte. Ihre erste und, wie ich glaube, aufrichtige Reaktion waren Äußerungen des Entsetzens darüber, daß wir diese Erfindung zum Zwecke der Zerstörung eingesetzt hatten.

So faßte der englische Geheimdienstoffizier die Reaktionen der zehn deutschen Kernphysiker zusammen<sup>27</sup>, als diese an ihrem Internierungsort Farm Hall vom Abwurf der amerikanischen Atombombe auf Hiroshima erfuhren. Doch bestimmte nicht nur Verblüffung die Gefühle und Reaktionen der Deutschen. Ein Blick in das ausführliche Protokoll der Gespräche vom Abend des 6. August 1945 (und der folgenden Tage) zeigt,

daß die Emotionen anfänglicher Überraschung und Betroffenheit sehr schnell einer rationalen Diskussion wichen. Bis zum 6. August war man davon überzeugt gewesen, im Wettlauf um die Nutzung der Kernspaltung die Nase vorn zu haben und daß die Alliierten die „letzten drei Monate hauptsächlich dazu verwendet [haben], unsere Versuche nachzumachen“ (Erich Bagge<sup>28</sup>), so mußten die deutschen Physiker nun zur Kenntnis nehmen, daß die amerikanischen Kollegen sie deklassiert hatten – man war „zweitrangig“, wie es Otto Hahn noch am Abend des 6. August sarkastisch auf den Punkt brachte<sup>29</sup>.

In den aus diesem Anlaß geführten Diskussionen nimmt die Erörterung der physikalischen Details der Bombe breiten Raum ein, wobei man zunächst nicht glauben will, daß den Amerikanern die Entwicklung eines funktionsfähigen Verfahrens zur Isotopentrennung und damit die Anreicherung des Urans gelungen ist. Auch wird deutlich, daß in Deutschland keinerlei detaillierte Berechnungen über die kritische Masse einer Atombombe vorlagen. Die entsprechenden Rechnungen hat Heisenberg erst nach dem 6. August in Farm Hall durchgeführt [<sup>30</sup>] und darüber – wie über andere physikalische Details einer Atombombe – eine Woche später in einem Vortrag seinen internierten Kollegen sehr kompetent berichtet<sup>31</sup>. Heisenbergs Vortrag bestätigte nicht nur eindrucksvoll dessen physikalisches Genie, er macht auch deutlich, was General Groves meinte, als er in seinen Memoiren feststellte<sup>32</sup>, daß dieser den Amerikanern zur Zeit des deutschen Zusammenbruchs mehr wert war als zehn deutsche Divisionen. Wäre er den Russen in die Hände gefallen, hätte er sich für sie als unschätzbar erwiesen.

Darüber hinaus zeigt der Vortrag, daß die deutschen Kernphysiker zwar nicht die technisch-technologischen Details kannten, wohl aber mit den wesentlichen physikalischen Grundlagen der Atombombe vertraut waren. Selbstbewußt, wenn auch nicht ganz zutreffend stellte Heisenberg damals fest<sup>33</sup>:

Die Physik davon ist im Grunde ganz einfach; es ist ein industrielles Problem.

In Farm Hall wurde aber nicht nur die Frage der Funktionsweise der Bombe diskutiert, vor allem entbrannte unter den Internierten eine lebhaft und teilweise sehr kontrovers geführte Debatte zu den Ursachen der offenbar entstandenen „Zweitrangigkeit“. Fachliche Inkompetenz wollte man sich kaum eingestehen, zehrte man doch noch vom Nimbus der ‚goldenen‘ zwanziger Jahre; vielmehr wurde etwa von Werner Heisenberg auf die strukturellen Defizite in den Beziehungen zwischen Wissenschaft und Staat in Deutschland hingewiesen<sup>34</sup>, und Korsching beklagte den Mangel an wirklicher Zusammenarbeit im deutschen Uranverein<sup>35</sup>. Diskutiert wurden in diesem Zusammenhang natürlich auch die Motive und Ziele des deutschen ‚Uranvereins‘ und ein auf Anregung der Engländer am 8. August verfaßtes Memorandum stellt hierzu fest<sup>36</sup>:

Die wissenschaftlichen Vorarbeiten hatten gegen Ende 1941 zu dem Ergebnis geführt, daß es möglich sein werde, die Kernenergie zur Wärmeerzeugung und damit zum Betrieb von Maschinen zu benutzen. Dagegen schienen die Voraussetzungen für die Herstellung einer Bombe im Rahmen der technischen Möglichkeiten, die Deutschland zur Verfügung standen, damals nicht gegeben zu sein. Die weiteren Arbeiten konzentrierten sich daher auf das Problem der Maschine.

Vor dem Hintergrund der in Farm Hall an den beiden vorangegangenen Tagen geführten Diskussionen ist dies ein erstaunlich einhelliges Votum über Ziel und Aufgaben des deutschen Uranprojektes. Sicherlich ist es richtig, daß im Mittelpunkt der deutschen Forschungen die Entwicklung einer Uranmaschine stand, doch weisen die Gesprächsprotokolle auch darauf hin, daß für manche der Internierten dies keineswegs das Endziel sein sollte und mancher auch Stolz auf die militärtechnische Relevanz der Forschungsergebnisse artikuliert hatte; ja es wurde sogar eingeräumt, daß einige Physiker den Kontakt zu einflußreichen Nazigrößen gesucht hatten, um ihnen die Bombe als Wunderwaffe anzudienen<sup>37</sup>. Charakteristisch für eine solch diabolische Haltung und die Tatsache, daß man durchaus nicht politisch abinent war und allein der

ehren Wissenschaft fronte, ist die Feststellung Walther Gerlachs<sup>38</sup>, daß er zwar Angst hatte,

an die Bombe zu denken, aber ich habe sie mir als eine Sache der Zukunft vorgestellt; derjenige, der mit dem Einsatz der Bombe drohen konnte, würde alles erreichen können.

Auch Bagge erinnerte in den Diskussionen wiederholt an die militärischen Dimensionen des Unternehmens – so wenn er darauf hinwies<sup>39</sup>, daß man sich auf der ersten Sitzung des Uranvereins im September 1939 explizit für eine Erforschung aller Fragen, auch der militärtechnischen Aspekte der Kernenergie, ausgesprochen hatte.

An dieser Stelle fragt man sich, was wäre geschehen, wenn im Schicksalsjahr 1942 die NS-Führung die militärische Bedeutung der Uranarbeiten erkannt und ihnen allerhöchste Priorität eingeräumt, Hitler nicht in V1 oder V2, sondern in der Atombombe die Wunderwaffe gesehen oder der Krieg sich über das Jahr 1945 hinaus hingezogen hätte? Fragen, die in Farm Hall kaum gestellt und schon gar nicht in ihrer moralischen Konsequenz diskutiert wurden [40]. Dies gilt im übrigen nicht nur für die Monate der Internierung, sondern ebenso für die Nachkriegszeit, die ja ebenfalls fein säuberlich die friedliche Reaktortechnik von den kriegerischen Kernwaffen schied und beider Zusammenhang zumindest verdrängte.

In diesem Sinne ließen die deutschen Atomphysiker auch lange Zeit allzu bereitwillig die Auffassung Robert Jungks unwidersprochen<sup>41</sup>,

daß die in einer säbelrasselnden Diktatur lebenden deutschen Kernphysiker, der Stimme ihres Gewissens folgend, den Bau einer Atombombe verhindern wollten, wogegen ihre Berufskollegen in den westlichen Demokratien, die keinen Zwang zu befürchten hatten, mit ganz wenigen Ausnahmen sich mit aller Energie für die neue Waffe einsetzten.

Die Spuren für einen solchen Blick auf die Geschichte der Atombombenentwicklung lassen sich im übrigen bis nach Farm Hall zurückverfolgen; denn bereits dort hatte Carl Friedrich von Weizsäcker den Schlüssel gefunden, wie sich die wissenschaftliche ‚Zweitklassigkeit‘ und der vermeintliche Verzicht auf etwas real nicht Gegebenes ethisch vergolden ließe und womit zugleich der gordische Knoten des Zwiespalts, in dem die deutsche Atomforschung stand, elegant durchschlagen werden könnte.

Bereits am Abend des 6. August hatte er dialektisch argumentiert<sup>42</sup>, daß wir uns jetzt nicht in Rechtfertigungen ergehen [sollten], weil es uns nicht gelungen ist, vielmehr müssen wir zugeben, daß wir gar nicht wollten, daß die Sache gelingt;

oder an anderer Stelle hält das Protokoll noch prononcierter fest<sup>43</sup>:

Die Geschichte wird festhalten, daß die Amerikaner und Engländer eine Bombe bauten, daß zur selben Zeit die Deutschen unter dem Hitler-Regime eine funktionsfähige Maschine herstellten. Mit anderen Worten, die friedliche Entwicklung der Uranmaschine fand in Deutschland unter dem Hitler-Regime statt, während die Amerikaner und Engländer die gräßliche Kriegswaffe entwickelten.

Es ist deshalb in diesem Punkte Mark Walker, dem amerikanischen Kenner des deutschen Uranprojektes<sup>44</sup>, uneingeschränkt zuzustimmen<sup>45</sup>,

daß entscheidende Bestandteile der Nachkriegsapologie in der psychologischen Feuerprobe von Farm Hall geschmiedet wurden

– eine Wertung, die im übrigen rückblickend auch von Robert Jungk geteilt wurde. Im Geleitwort zu Walkers Buch über das deutsche Uranprojekt spricht er von den „Naiven“, die der Version der superklugen Wissenschaftler geglaubt haben, und er reflektiert über das Phänomen der „kontrollierten Schizophrenie“, der jene Wissenschaftler unterliegen<sup>46</sup>,

die nicht nur mit zwei Zungen reden, sondern mit zwei Köpfen denken und fühlen. Zu dieser Spezies der ‚Doppelköpfe‘ gehören wohl auch die ehrenwerten deutschen Physiker, die es fertiggebracht haben, sowohl ihrem Vaterland zu dienen, das, wie sie sehr wohl wußten, von einer fanatischen Mörderbande regiert wurde, und dennoch der Welt sowie sich selber einzureden, daß sie auf äußerst raffinierte Weise das Schlimmste verhütet hätten.

In der kurz vor seinem Tod erschienenen Autobiographie stellt Jungk dann noch mit einiger Bitterkeit fest<sup>47</sup>:

... von den zahlreichen Atomforschern, die ich in den Jahren 1953 bis 1955 in Europa und Amerika interviewte [...], hat] keiner – vielleicht unabsichtlich – mich so irreführt wie Carl Friedrich von Weizsäcker.

Die Kreierung des „Mythos von der deutschen Atombombe“ besaß natürlich nicht nur einen abstrakten moralischen Wert. Mit dieser Art und Weise, die dunklen Flecken der Vergangenheit auszublenden beziehungsweise umzuinterpretieren, sollten zugleich und vor allem die Wege in eine erfolversprechende berufliche Zukunft geebnet werden. Fast fünfzig Jahre danach wiederholt sich im übrigen ganz ähnliches im deutschen Einigungsprozeß; denn auf analoge Weise entschulden sich große Teile der Wissenschaftselite der untergegangenen DDR unter Reklamierung einer vermeintlichen technokratischen Unschuld mehr oder weniger pauschal – als ob an Bitterfeld oder am Desaster des Mikroelektronikprogramms nur die Parteisekretäre und Ideologen des Landes schuld gewesen wären.

Vielleicht gehört die Tatsache, daß große Teile der technokratischen Eliten des NS-Staates im Sinne des gerade in den Gründungsjahren der DDR so vehement propagierten Bündnisses von bürgerlicher Intelligenz und revolutionärer Arbeiterklasse auch am Aufbau des Sozialismus beteiligt waren, zu jenen Ursachen, daß das Thema „deutsche Atombombe“ oder gar deren „Mythos“ sowohl in der (Wissenschafts-)Geschichtsschreibung der DDR wie in der offiziellen Propaganda höchst vorsichtig – wenn überhaupt – thematisiert wurde. Im 1973 erschienenen Buch des Zeithistorikers Percy Stulz *Schlaglicht Atom* findet sich der wohl umfangreichste Abriß der Geschichte des deutschen Atomprojektes in der DDR<sup>48</sup>, dessen Darstellung selbstverständlich nicht frei von klassenkämpferischer Rhetorik ist und natürlich auch den gängigen marxistisch-leninistischen und monopolkapitalistischen Interpretationsschemata folgt. Dabei ist aber auffällig, daß die Polemik vornehmlich im politischen und ökonomischen Raum agiert und so in erster Linie gegen die Nazis beziehungsweise einzelne „Konzerngruppen“ wie IG Farben und DEGUSSA gerichtet war. Die am „faschistischen Atombombenprojekt“ beteiligten Wissenschaftler und Techniker, ihr Verhalten und ihre Motive, werden dagegen nahezu wertfrei behandelt, so daß auch hier die Wissenschaftler – zumal die erfolgreichen und kompetenten – zu den Verführten und nicht zu den Führern geschlagen wurden. Insbesondere wird in diesem Zusammenhang tunlichst vermieden, die Namen solcher Mitglieder des deutschen Uranvereins (wie Robert Döpel, Heinz Pose) zu erwähnen, die im Sommer 1945 in die Sowjetunion verbracht wurden, um dort zusammen mit anderen „deutschen Spezialisten“ am sowjetischen Atombombenprojekt mitzuwirken, und die Mitte der fünfziger Jahre in die DDR zurückgekehrt waren. Damit ist nicht nur der generellen Tabuisierung des Forschungs- und Entwicklungsbeitrags deutscher Wissenschaftler und Techniker in der Sowjetunion entsprochen worden, zugleich wurde hiermit – zumindest offiziell – peinlichen Nachfragen und Vergleichen aus dem Weg gegangen. Der Mythos der deutschen Atombombe wurde so in der DDR zwar nicht gepflegt, doch ist ihm auch nicht konsequent widersprochen beziehungsweise ausgiebig dagegen polemisiert worden – wohl um Irritationen bei der Propagierung anderer Mythen zu vermeiden, insbesondere jenen, die sich um die Entwicklung der sowjetischen Nuklearwaffen rankten und die nicht zuletzt das von der offiziellen Propaganda stark instrumentalisierte und sehr einseitig thematisierte Problem der gesellschaftlichen Verantwortung des Naturwissenschaftlers betrafen.

### **Helmut Rechenberg: *Das Verhältnis der deutschen Uranforscher zu ihrer Regierung (Kommentar zu den Farm-Hall-Berichten)***

In den oft lebhaften Diskussionen in Farm Hall über den ‚Mißerfolg‘ des deutschen Uranprojektes wurde versucht, die Stellung der deutschen Uranforscher zu ihrer Regierung zu beleuchten. Harteck und andere wiesen vor allem darauf hin, daß die wirt-



schaftlichen und personellen Voraussetzungen für ein militärisches Projekt vom Range der V1- und V2-Herstellung gefehlt hätten, worauf Heisenberg hinzufügte<sup>49</sup>:

Wir hätten gar nicht den moralischen Mut aufgebracht, im Frühjahr 1942 der Regierung zu empfehlen, 120 000 Mann einzustellen, nur um die Sache aufzubauen.

Später sagte er weiter:

Die Beziehungen zwischen Wissenschaftler und Staat in Deutschland waren derart, daß wir einerseits nicht hundertprozentig dazu entschlossen waren und daß andererseits der Staat uns so wenig Vertrauen entgegenbrachte. Selbst wenn wir gewollt hätten, wäre es nicht leicht gewesen, die Sache durchzukriegen.

Obwohl Heisenberg im „Grunde seines Herzens wirklich froh war, daß es eine Maschine sein sollte und nicht eine Bombe“, gibt das Zitat oben die wesentlichen Gründe an, warum es in Deutschland nicht zu einem Atombombenprogramm kam. Das mangelnde Vertrauen des Staates kannte Heisenberg sehr wohl aus seinen früheren Erfahrungen, insbesondere der Auseinandersetzung über ‚deutsche und jüdische Physik‘ in den dreißiger Jahren. Er hat sich allerdings auch nach dem Krieg, als das gegenseitige Vertrauen zwischen der Bundesregierung Konrad Adenauers und den deutschen Kernphysikern ungleich größer war, stets gegen eine Beteiligung an der Entwicklung von Kernwaffen ausgesprochen (*Erklärung von achtzehn Atomforschern*, Göttingen 1957<sup>[50]</sup>).

*Dieter Hoffmann hat soeben die zusätzlichen Irritationen in der DDR bezüglich des „Mythos [...] um die Entwicklung der sowjetischen Nuklearwaffen“ angesprochen. Hier sind ja wohl erst nach dem Abwurf der ersten Atombomben Anstrengungen unternommen worden, durch Übernahme von Methoden und Daten, von denen nicht zuletzt durch den verstärkten Einsatz der Spionage Kenntnis erlangt wurde, und die ‚Anwerbung‘ von an dem deutschen Projekt beteiligten Wissenschaftlern möglichst rasch Anschluß an die Entwicklungen in den USA zu erreichen. Aber was war hier geschehen, nachdem Hitler seinen Krieg auch in die Sowjetunion getragen hatte? Da im Wissen um diese Ereignisse noch große Defizite herrschen, vieles erst jüngst erforscht ist oder der Erforschung harret, sollen beide Abschnitte, von denen der zweite in die Nachkriegszeit fällt, zum Abschluß der Bestandsaufnahme für die Diskussion etwas ausführlicher dargelegt werden:*

#### **Alexei B. Kojewnikow: Das ‚Stehlen‘ einer politischen Entscheidung, 1942–1945**

Der Militärdienst führte Georgi Flerow an eine Fliegerschule zur Ausbildung als Flugzeugeningenieur. Von dort suchte er im Herbst 1941 Spitzenwissenschaftler der Akademie auf und legte in Briefen an Kurtschatow, den Bevollmächtigten für Wissenschaft im Staatlichen Verteidigungskomitee sowie Josef Stalin persönlich die Notwendigkeit, eine Atombombe zu bauen, dar. Die erfahreneren Physiker waren aber bestenfalls vorsichtig in ihren Einschätzungen: Zum einen beanspruchte der Krieg, damals in seinem für die Sowjetunion gefährlichsten Stadium, bereits zum bloßen Überleben sämtliche spärlichen Mittel; zum anderen benötigte der Bau einer Bombe, wenn er denn prinzipiell möglich wäre, zehn Jahre. Die verantwortlichen Politiker blieben taub; und auch eine uneingeschränkte Befürwortung durch die führenden Physiker hätte die Regierung nicht überzeugen können, weil in deren Augen die sowjetische Physik der westlichen noch unterlegen war. Verglichen mit ihren britischen und deutschen Gegenspielern waren die sowjetischen Politiker wesentlich weniger geneigt, sich in einem solch riskanten Unterfangen ausschließlich auf die eigenen Sachverständigen zu verlassen. Somit waren Einflüsse von außen maßgeblich für die sowjetische Entscheidung, ein Uranprojekt zu starten<sup>51</sup>.

Als indirekten Hinweis deuteten die Sowjets, daß Artikel über Uranspaltung aus den frei zugänglichen Zeitschriften im Westen verschwanden. Für die USA hat festgestanden, daß die Nazis alles daran setzten, als erste die Bombe zu haben, und das angloamerikanische Projekt wurde durch diese Annahme stark vorangetrieben. Ähnliches gilt für

die Sowjetunion, nur war hier im wesentlichen der verlässlichere Geheimdienst die antreibende Instanz. Man wußte zwar wenig über die Entwicklungen in Deutschland, doch gab es viele direkte Anzeichen von Aktivitäten der Alliierten. Aus der Rückschau kann man zwar sagen, daß die Skeptiker die Schwierigkeiten der Aufgabe besser eingeschätzt hatten als die Enthusiasten; denn der Krieg endete in Europa, bevor die erste Bombe gebaut war, und es hätte wohl keine der Kriegsparteien das Projekt weiter verfolgt, wenn man vorher genauer gewußt hätte, welche Anstrengungen der Bau der Bombe erforderte. Aber die frühen britischen Einschätzungen waren bezüglich Zeit- und Kostenaufwand zu optimistisch – und sie erreichten die Amerikaner und durch Spionage auch die Sowjets. Gestützt auf Berichte britischer Agenten informierte der Volkskommissar des Inneren (NKWD) Lawrenti Pawlowitsch Berija jedenfalls im März 1942 Stalin, daß westliche Länder beschlossen hätten, den Bau der Uranbombe voranzutreiben, und auch an einen Erfolg glaubten<sup>52</sup>. Daraufhin kam es zu Beratungen zwischen Regierungsvertretern und Physikern, die zu der Entscheidung führten, im April 1943 in Moskau ein geheimes Laboratorium für Uranforschung (LIPAN) zu gründen. Die Leitung wurde dem 40jährigen Igor Kurtschatow übertragen, obwohl er nicht zu den führenden Physikern zählte. Er begann die Arbeit mit einer kleinen Schar ehemaliger Mitarbeiter aus der Leningrader Zeit vor 1941<sup>53</sup>.

Beim Manhattan-Projekt wurde die Arbeit durch die Zusammenfassung der Ressourcen, militärisches Management und einen großen Einsatz an Geld und Manpower vorangetrieben, wie ihn sich keines der stark in das Kriegsgeschehen eingebundenen europäischen Länder hätte leisten können. Die sowjetischen Anstrengungen während des Krieges ähnelten dagegen eher denen der Deutschen: begrenzte Mittel, Management durch Wissenschaftler, keine industrielle Entwicklung und kein militärischer Generalbevollmächtigter für das ganze Unternehmen. In beiden Fällen hatte diese Form der Organisation weitgehend das Ergebnis bestimmt, das zum Ende des Krieges vorlag. LIPAN fungierte als „small hedge against future uncertainties“<sup>54</sup> und hatte weniger als 100 Beschäftigte, davon etwa 25 Wissenschaftler; und obwohl die militärische Anwendung ausdrücklich als strategisches Ziel erklärt worden war, kamen die Arbeiten nicht über das Stadium von Vorversuchen hinaus: Entwicklung der Theorie des heterogenen Atom-Meilers, Aufreinigungs-Technologien für Uran und Graphit und Bau eines Zyklotrons. Der vernachlässigbar geringe Vorrat an Uran erlaubte nur Labormessungen der Streu- und Absorptionskoeffizienten; an den Bau eines Meilers konnte man noch nicht einmal denken<sup>55</sup>.

Die Arbeit des Geheimdienstes war dagegen effektiver. Die größten Erfolge waren vor dem Ende des Zweiten Weltkrieges aufgrund „befreundeter Spionage“ von Seiten des Manhattan-Projekts zu verzeichnen. Nach 1945 kühlten die Beziehungen zwischen den Alliierten ab und Spionage wurde sehr viel schwieriger. Schon der Besuch des Physikers Jakow Terletsky bei Niels Bohr im November 1945 in Kopenhagen brachte fast keine neuen Informationen, wenn das Unternehmen auch Stalin gegenüber als Erfolg dargestellt wurde<sup>56</sup>.

Einige 1992 freigegebene und publizierte Dokumente erlauben ein besseres Verständnis dafür, welche wichtige Rolle die Spionage gespielt hat. Hunderte von Geheimberichten enthielten viele Einzelheiten über die Arbeit in den USA. Kurtschatow war der einzige Physiker, der alle kannte, einigen anderen war erlaubt, ganz bestimmte einzusehen, aber niemand durfte darüber reden. Die Sowjets standen den Berichten nicht unkritisch gegenüber, sie machten unabhängige Tests und sonderten einige als vermutlich irreführend aus; dennoch bemühten sie sich im Großen und Ganzen, dem amerikanischen Beispiel zu folgen. In den Fällen, in denen Geheimdienst-Informationen vorlagen, beeinflussten diese die strategischen Entscheidungen, aus späterer Sicht sowohl richtige (Plutonium als Bombenmaterial, Implosionsmethode) als auch weniger richtige (Gasdiffusion

statt Zentrifugeneinsatz, Schwerwasserreaktor). Kurtschatow richtete seine Arbeitsgruppe auf die Entwicklung des Uran-Graphit-Meilers aus. In den USA wurde diese Arbeit am Met Lab in Chicago durchgeführt. Offensichtlich war der sowjetische Geheimdienst darüber jedoch nicht gut informiert: Noch am 3. Juli 1943 ging Kurtschatow davon aus, daß die Amerikaner erst in der Vorbereitungsphase für den Bau eines Meilers stünden; tatsächlich hatte aber Fermi bereits am 2. Dezember 1942 erstmals eine Kettenreaktion realisiert<sup>57</sup>.

Die Rede vom „gestohlenen Atomgeheimnis“ basiert auf der stillschweigenden Voraussetzung, daß die Physik ohne die Politik übernommen werden könne, weil die Physik in beiden Systemen vergleichbar, die Politik dagegen unterschiedlich war<sup>58</sup>. Verfügbare Quellen lassen aber auch die gegenteilige Argumentation zu. Der wichtigste Einzelbeitrag des sowjetischen Geheimdienstes war, das Geheimnis um den Beginn des britischen Projektes zu lüften, was im Frühjahr 1943 zu der politischen Entscheidung führte, die Uranforschung wieder aufzunehmen. Die übrigen Entscheidungen konnten prinzipiell unabhängig getroffen werden, aber die erste Entscheidung vom Vorgehen im Ausland abhängig zu machen, war stalinistische Politik in höchst verhängnisvoller Weise. Die zweite, noch wichtigere politische Entscheidung, die ebenfalls durch die Vorgänge im Ausland bestimmt wurde, war die Überführung des Projekts in die Eigenverantwortlichkeit der Industrie im August 1945. In diesem Fall bestand das ‚Geheimnis‘ in dem Beweis, daß die neue Waffe Realität geworden war. Das mußte aber nicht erst gestohlen werden, wurde vielmehr durch die Hiroschimabombe auf dramatische Weise demonstriert.

*Sozialistisches Management, 1945–1955:* Der Geheimdienst erwartete den ersten amerikanischen Nukleartest für den 10. Juli 1945 – tatsächlich fand er am 16. Juli statt, unmittelbar vor Beginn der Potsdamer Konferenz, und Harry Truman erwähnte ihn nebenbei gegenüber Stalin. Stalin zeigte sich nicht sehr interessiert, und in der Tat folgten keine unmittelbaren Veränderungen am sowjetischen Projekt. Die eigentliche Neuorganisation wurde am 20. August nach dem Abwurf der Atombomben auf japanische Städte, aber noch vor dem Ende des Zweiten Weltkrieges angeordnet. Damals war die größte Sorge der Politiker weniger militärischer denn strategisch-geopolitischer Art. Wahrscheinlich hielt Stalin die Bombe nicht für eine entscheidende militärische Waffe, sondern fürchtete sie vor allem als diplomatisch bei der Nachkriegsneuordnung der Welt einzusetzende Waffe, welche die Ansprüche der Sowjetunion als zweite Weltmacht in Frage stellen könnte<sup>59</sup>. Obwohl das Land ökonomisch, geographisch und militärisch viel weniger lebensfähig war als die USA, waren die sowjetischen Führer entschlossen, zu zeigen, daß sie nicht eingeschüchtert waren und sich nicht einer Atombomben-Diplomatie unterwerfen würden. Ihre Politik gab vor, stärker zu sein, als sie in Wirklichkeit waren, indem sie nach Möglichkeiten suchte, Vorteile im Nervenkrieg zu erringen, aber direkte militärische Auseinandersetzungen mit dem stärkeren Kontrahenten und ehemaligen Verbündeten vermied. Die Amerikaner verstanden dies als Durchhaltevermögen und nahmen die Position eines an die Macht und Bedrohung der Sowjets Glaubenden ein. Der Mangel an Kommunikation über die Bombe trug so zu dem trügerischen und selbstbetrügerischen Spiel der Konfrontation bei, das ‚Kalter Krieg‘ genannt wurde.

David Holloways Analyse zufolge war Stalin weder darauf aus noch erwartete er, daß in naher Zukunft ernsthafte militärische Konflikte auftreten würden, doch hätte er auf keinen Fall auf den Gewinn verzichten wollen, der sich aus Nuklearwaffen als Symbol der Supermacht und als Möglichkeit, das strategische Gleichgewicht in der Welt wiederherzustellen, ziehen ließe<sup>60</sup>. Das Uranprojekt wurde zum Gegenstand höchster Priorität im Staat, und ein Wissenschaftlich-Technisches Spezial-Komitee mit Berija als Kopf übernahm die Verantwortung. Als Mitglied des Politbüros hatte Berija teil an höchsten

politischen Entscheidungen, als Stellvertreter des Regierungschefs konnte er über die erforderlichen Industriezweige verfügen, als ehemaliger Chef des Staatssicherheitsdienstes koordinierte er weiterhin die Arbeit des Geheimdienstes und die Zwangsarbeit von Tausenden von Gefangenen. Die Mobilisierung all dieser Ressourcen war Voraussetzung für den Erfolg des gigantischen militärisch-industriellen Projekts. Der militärische Führungsstil beim Manhattan-Projekt und die sozialistische Form des Managements hatten vieles gemein: Zentralisierung, direkte Befehlsgewalt, zu hohe Ausgaben. Damit erfüllte das sowjetische System alle Voraussetzungen zur Übernahme der Organisation und der Erfahrungen des amerikanischen Projekts. Aber für das vom Krieg ruinierte Land war das Unternehmen mit seinen etwa 300 000 Beschäftigten (genaue Zahlen sind nicht bekannt) eine schreckliche Last. Es hat nicht nur die Ressourcen der sowieso schon schwachen Wirtschaft des Landes abgeschöpft und den Wiederaufbau nach dem Kriege verzögert, es hatte auch große direkte und indirekte Auswirkungen auf die Bevölkerung, von der ein Großteil regelrecht verhungerte.

General Groves' Optimismus, über längere Zeit das US-Nuklear-Monopol halten zu können, basierte vor allem auf dem Erwerb des weltbesten und -größten Uranvorkommens von Belgisch Kongo, womit er sich die Kontrolle über 90% der damaligen Uranerzvorkommen sicherte. In der UdSSR war dagegen anfänglich überhaupt kein Uran verfügbar, und es gab auch keinen Uranerzabbau. Etwa 100 Tonnen Uran wurden in dem sowjetisch besetzten Teil Deutschlands gefunden, wodurch Kurtschatow in die Lage versetzt wurde, am LIPAN seinen ersten Uran-Versuchsmeiler F1 zu bauen und am 25. Dezember 1946 eine Kettenreaktion zu verwirklichen. Der Reaktor für die Plutoniumproduktion und die Anlagen zur Isotopentrennung erforderten die Erschließung neuer Erzvorkommen und die Intensivierung des Bergbaus – und das war der umfangreichste und kostenaufwendigste Teil des gesamten Unternehmens. Insgesamt kamen drei Viertel des Urans aus Bergwerken in Osteuropa und ein Viertel aus neuerschlossenen Abbaugebieten in der UdSSR<sup>61</sup>. Verglichen mit den Amerikanern verfügten die Sowjets nur über Erz von viel minderer Qualität und mußten deshalb neue, spezielle Methoden des Abbaus und der Anreicherung entwickeln.

Viele unvorhergesehene Schwierigkeiten erschwerten die Herstellung von Spaltmaterialien. Der Plutonium-Komplex (Produktionsreaktor, radiochemische und metallurgische Anlagen) nahm 1948 in einer geheimgehaltenen Stadt bei Cheliabinsk im Süd-Ural die Arbeit auf. Schnelle Korrosion erzwang allerdings bereits im Januar 1949 die Abschaltung des Reaktors; und nur weil das Personal einer hohen, gefährlichen Strahlendosis ausgesetzt wurde, was zu 2000 Krankheitsfällen und mehreren Toten unter den Arbeitern, Wissenschaftlern und hohen Funktionären führte, konnte die Reparatur in zwei statt zwölf Monaten erfolgen. Im Juli 1949 war dann genügend Plutonium für die erste sowjetische (Plutonium-)Bombe produziert, welche am 29. August 1949 auf dem Versuchsgelände Semipalatinsk zur Explosion gebracht wurde. Die Anlagen zur Trennung von Uranisotopen (mittels Gasdiffusion und elektromagnetisch) wurden in der Nähe von Swerdlowsk im Zentral-Ural gebaut. Komplikationen beim Betrieb der Anlagen traten bis 1950 auf, aber dann lieferten sie das Uran (U 235) für die zweite sowjetische Atombombe, eine Uran-Bombe, die am 18. Oktober 1951 getestet wurde<sup>62</sup>.

Insgesamt mußten viele neuartige Verfahren für die Herstellung von Spaltmaterialien entwickelt werden. Um die fachliche Zersplitterung bei hoher Geheimhaltung auszugleichen, entwickelte das stalinistische Management spezielle Methoden des Wettbewerbs, der Kritik und der unabhängigen Überprüfung. Sehr oft arbeiteten mehr als eine Gruppe von Forschern an einer ähnlichen Aufgabe, ohne voneinander zu wissen, bis man sie später zu einer Konferenz zusammenbrachte, auf der sie ihre endgültigen Methoden und Endergebnisse in einer offenen, oft heftigen Diskussion zu verteidigen hatten. Deutsche Experten, die an Teilen des Projekts zur Isotopentrennung mitarbeiteten,

berichteten, daß sie nie einem solch aggressiven Stil in einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung begegnet wären [63].

Juli Chariton leitete die Endherstellung von Bomben in Arzamas-16 in der Gorki-Region, scherzhaft Los-Arzamas genannt. Die Spionageberichte von Klaus Fuchs ermöglichten es, gefährliche Tests zur Bestimmung der kritischen Masse von Plutonium auszulassen und gleich die erste Bombe als bestmögliche Nachbildung der amerikanischen zu bauen<sup>64</sup>. Es wurde allerdings ein verbesserter Implosionsmechanismus entwickelt, der in der Bombe von 1951 zur Anwendung kam.

Der erste sowjetische Nukleartest am 29. August 1949 war ein Schock für die Amerikaner und veranlaßte sie, verstärkt die Wasserstoffbombe in Angriff zu nehmen. Alarmiert durch frühere amerikanische Erwähnungen der „Superbombe“, arbeiteten auch die Sowjets bereits daran, obwohl sie nur Propaganda dahinter vermuteten. Sicherlich hätten sie niemals geglaubt, daß die Amerikaner auf den Bau einer neuen Waffe verzichten würden, solange sie von der Machbarkeit überzeugt wären. Das Streben nach der Wasserstoffbombe erwuchs in beiden Ländern aus unterschiedlichen und voneinander unabhängigen Vorstellungen und endete in einem Kopf-an-Kopf-Rennen. Gegenseitige Überwachung der radioaktiven Niederschläge mag zu einem späteren Zeitpunkt zu der Annäherung der Grundprinzipien geführt haben, aber es gibt nur unzureichende Informationen darüber. Die Sowjets behaupteten jedenfalls, am 12. August 1953 als erste einen thermonuklearen Sprengkörper getestet zu haben. Je nachdem, was man darunter versteht, kann man diese Meinung vertreten; unbestritten ist aber, daß ein anderer sowjetischer Sprengkörper, der am 22. November 1955 explodierte, eine voll entwickelte und einsatzfähige Wasserstoffbombe gewesen ist<sup>65</sup>.

Das stalinistische System entwickelte eine spezielle Art von Forschungsinstitut, *scharaschka*, in dem hochqualifizierte Gefangene an technischen Projekten arbeiteten. Obgleich im eigentlichen Sinne keine Gefangene, arbeiteten Kerntechniker und -forscher unter *scharaschka*-ähnlichen Bedingungen: verbannt in entlegene, von der Außenwelt abgeschlossene Städte, zu höchster Geheimhaltung und Disziplin verpflichtet, der tägliche Anblick der Kolonnen von tatsächlichen Gefangenen, die zu den Produktionsstätten marschierten, und die Aussicht auf entweder hohe Belohnungen oder harte Strafen am Ende. Psychologisch sahen sie sich als Soldaten und das Projekt als direkte Fortsetzung der Anstrengungen im Krieg<sup>66</sup>. Dem Land zu der Waffe zu verhelfen, die der stärkere Gegner schon besaß, wurde als hohe moralische Verpflichtung angesehen, und nur wenige hatten Bedenken aus ethischen, politischen oder beruflichen Gründen. Wie im Manhattan-Projekt entwickelten sich unter den Nuklearspezialisten kritischere Einstellungen erst, nachdem der Auftrag ausgeführt war und Spannungen in der Frage auftraten, wer das Endprodukt kontrolliere. Die Sowjets traten etwa 1955, zehn Jahre später als die Amerikaner, in diese Phase ein. Die Physiker gingen aus dem Atomprojekt als neue Elitegruppe von hohem öffentlichen Ansehen und großer Macht hervor, aber hinsichtlich ihres Einflusses auf politische Entscheidungen fühlten sie sich nicht genügend privilegiert. Letztlich gelang es dem sowjetischen System nicht, eine befriedigende Lösung des Problems der Aufteilung politischer Macht zwischen professionellen Politikern und professionellen Experten zu finden, was zu dem Phänomen Andrei Sacharows und anderer systemkritischer Wissenschaftler führte.

1 Siehe dazu etwa Friedrich Herneck: Eine alarmierende Botschaft. Neues zur Geschichte der amerikanischen Atombombe. *Spektrum* 7 (1976), 32–34.

2 Einzelheiten unter anderem bei F. Krafft (1981) [zu Literaturangaben mit bloßem Erscheinungsjahr wird auf das Literaturverzeichnis im Anhang verwiesen]; hier sind die Publikationen, Laboraufzeichnungen, Briefe und anderen Aufzeichnungen und späteren Berichte zu einem chronologisch aufgelösten Ablauf zusammengestellt.

- 3 Eine Auswahl aus der umfangreichen Literatur unter den verschiedensten Gesichtspunkten ist im Literaturverzeichnis zusammengestellt.
- 4 Zur Kontroverse vgl. Stanley Goldberg: Smithsonian Suffers Legionnaire's Disease. *The Bulletin of the Atomic Scientists* 51 (1995), 3, 28–33; Philip Nobile (Ed.): Judgment at the Smithsonian. New York 1995.
- 5 Werner Heisenberg: Gesammelte Werke/Collected Papers. Edited by W. Blum/H.-P. Dürr/H. Rechenberg. Serie A, Bd 2, Berlin usw. 1989; hier Group 9 (S. 363–601): Papers on the German Uranium Project (1939–1945). With an Annotation by Karl Wirtz and Notes by Helmut Rechenberg.
- 6 Abdruck der relevanten Briefe, Laboraufzeichnungen und Publikationen in chronologischer Abfolge bei F. Krafft (1981), 228–313.
- 7 Otto Hahn/Fritz Straßmann: Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle. *Die Naturwissenschaften* 27 (1939), 11–15.
- 8 Lise Meitner/Otto Robert Frisch: Disintegration of Uranium by Neutrons: A new Type of Nuclear Reaction. *Nature* 143 (1939), 239f.
- 9 Siegfried Flüge/Gottfried von Droste: Energetische Betrachtungen zu der Entstehung von Barium bei der Neutronenbestrahlung von Uran. *Zeitschrift für Physikalische Chemie* B 42 (1939), 274–280; Siegfried Flüge (a): Kann der Energieinhalt der Atomkerne technisch nutzbar gemacht werden? *Die Naturwissenschaften* 27 (1939), 402–410 (erschienen am 9. Juni); derselbe (b): Die Ausnutzung der Atomenergie. *Deutsche Allgemeine Zeitung* vom 15. August 1939, Beiblatt S. 3f.
- 10 [Siehe H. von Halban jun./F. Joliot/L. Kowarski: Liberation of Neutrons in the Nuclear Explosion of Uranium. *Nature* 143 (1939), 470f. (eingereicht am 8. März, erschienen am 18. März 1939); Hahn und Straßmann hatten aber bereits in ihrer am 28. Januar eingegangenen Arbeit (Nachweis der Entstehung aktiver Bariumisotope aus Uran und Thorium durch Neutronenbestrahlung; Nachweis weiterer aktiver Bruchstücke bei der Uranspaltung. *Die Naturwissenschaften* 27 [1939], 89–95) darauf hingewiesen: „Wenn nun die ‚Transurane‘ nicht als Bruchstücke des Urankerns neben den Bariumisotopen anzusehen sind, dann müssen wir fragen: welches sind die anderen Bruchstücke? [...] wobei dann gleichzeitig eine Anzahl von Neutronen emittiert werden könnte“. Vgl. auch G. von Droste/H. Reddemann: Über die beim Zerplatzen des Urankerns auftretenden Neutronen. *Die Naturwissenschaften* 27 (1939), 371f.]
- 11 E. Bagge (1985), 31.
- 12 Siehe im Literaturverzeichnis David Irving (1967, dt. 1967), Helmut Rechenberg (1988), Mark Walker (1989, dt. 1990); Robert Jungk (1963), Jost Herbig (1976).
- 13 Siehe hierzu unter anderem J. Herbig (1976), 73–81; F. Krafft (1981), 94ff. (hier S. 97, Anm. 71, auch die Erzählung Philip Hauge Abelsons); H. Rechenberg (1988).
- 14 Einzelheiten bei R. G. Hewlett/O. E. Anderson (1962–1969), Bd 1, 1–41; R. Rhodes (1986), 1–137.
- 15 Näheres siehe bei Stanley Goldberg: Creating a Climate of Option: Vannevar Bush and the Decision to Build the Bomb. *Isis* 83 (1992), 429–452; R. G. Hewlett/O. E. Anderson (1962–1969), Bd 1, 41–47; R. Rhodes (1986), 318–393.
- 16 Zu Conant siehe James G. Hershberg: James B. Conant. Harvard to Hiroshima and the Making of the Nuclear Age. New York 1993.
- 17 M. Walker (1989); Stanley Goldberg/Thomas Powers: Declassification Files Reopen „Nazi Bomb“ Debate. *The Bulletin of the Atomic Scientists* 48 (Dezember 1992), 32–44; Jonathan Logan: The Critical Mass. *American Scientist* 84 (1966), 263–277.
- 18 Näheres siehe bei Stanley Goldberg: Groves Takes the Reins. *Bulletin of Atomic Scientists* 48 (Dezember 1992), 32–39.
- 19 W. W. Igonin: Atom v SSSR: Razvitie sovetskoi iadernoi fiziki. Saratow 1975.
- 20 Alexei B. Kojewnikow: Rokfellerovskaia filantropiia i sovetskaia nauka. *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki* 1993, 2, 80–111.
- 21 Vospominaniia ob Iгоре Vasil'eviche Kurchatove. Moskau 1983, S. 57–77; Znakomyi neznakomyi Zel'dovich. Moskau 1993, S. 91–107.
- 22 D. Holloway (1994), 58, 67.
- 23 Robert E. Kohler: Partners in Science: Foundations and Natural Scientists, 1900–1945. Chicago/London 1991, S. 371–388.
- 24 I. N. Golowin (<sup>3</sup>1978; dt. 1976).
- 25 Zu Fritz Houtermans und seiner gezielten Indiskretion von 1942 siehe F. Herneck 1976 (wie Anm. 1), 32–34; A. Kramish (dt. 1987), 157–159, 207–209.
- 26 M. Walker (1989) und (1980); jetzt auch Mark Walker: Die Farm Hall-Berichte und die Entstehung neuer Legenden um die ‚deutsche Atombombe‘. *Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte* 4 (1993), 542.
- 27 D. Hoffmann (1993), 145.

- 28 D. Hoffmann (1993), 132.
- 29 D. Hoffmann (1993), 146.
- 30 [H. Rechenberg verweist auf Otto Hahns Hinweis am 6. August bei D. Hoffmann (1993), 148, daß Heisenberg „immer erzählt [habe], daß man 50 kg <sup>235</sup> braucht, um etwas zu machen“, daß es also eine größenordnungsmäßig richtige Abschätzung der kritischen Masse durchaus gegeben hätte.]
- 31 Werner Heisenberg: Die Uranbombe. *Physikalische Blätter* 48 (1992), 994–1001.
- 32 L. R. Groves (dt. 1965), 245.
- 33 D. Hoffmann (1993), 217.
- 34 D. Hoffmann (1993), 154.
- 35 D. Hoffmann (1993), 152.
- 36 D. Hoffmann (1993), 175.
- 37 D. Hoffmann (1993), 157f.
- 38 D. Hoffmann (1993), 158.
- 39 D. Hoffmann (1993), 164.
- 40 [Es sei aber darauf hingewiesen, daß Otto Hahn am ersten Tag nach der Nachricht vom Abwurf der ersten Bombe, dem 6. August, mehrfach betonte, daß er froh sei, daß nicht die Deutschen diese Bombe entwickelt und eingesetzt hätten.]
- 41 R. Jungk (1956), 112.
- 42 D. Hoffmann (1993), 155.
- 43 D. Hoffmann (1993), 172f.
- 44 M. Walker (1989; dt. 1990).
- 45 M. Walker 1993 (wie Anm. 26), 542.
- 46 R. Jungk: Vorwort. Zu: M. Walker (dt. 1990), 9.
- 47 Robert Jungk: Trotzdem. Mein Leben für die Zukunft. München 1993, S. 286; vgl. auch S. 298f.
- 48 Percy Schulz: Schlaglicht Atom. Aus der Geschichte der Kernforschung. Berlin (DDR) 1973, S. 85ff.
- 49 D. Hoffmann (1993), 153/154.
- 50 [Diese von Carl Friedrich von Weizsäcker formulierte Erklärung geht allerdings auf eine Anregung Otto Hahns (letztlich sogar Max Borns von 1955) zurück; sie wurde am 12. 4. 1957 der Presse übergeben und ist abgedruckt auch etwa in: *Physikalische Blätter* 13 (1957), 193f. – Immerhin hatte aber Werner Heisenberg 1954 auf Drängen des damaligen Bundeskanzlers Konrad Adenauer einen Rundfunkvortrag über Nutzungsmöglichkeiten der Kernenergie abgesagt, weil die Bundesregierung Unruhen im Zusammenhang der Debatten um die Ratifizierung des Vertrages über die Europäische Verteidigungsgemeinschaft befürchtete, wohingegen etwa Otto Hahn im Zusammenhang mit der damaligen Diskussion um eine mögliche ‚Kobaltbombe‘ seinen Aufsatz *Cobalt 60 – Angst oder Hoffnung* kursieren ließ (gedruckt unter dem Titel: Cobalt 60 – Gefahr oder Segen für die Menschheit? *Universitas* 10 [1955], 225–232; dann auch separat als Broschüre im Musterschmidt Verlag, Göttingen, ab 1955 in mehreren Auflagen), der dann auf Vermittlung des niedersächsischen Ministerpräsidenten Hinrich Kopf unter Abänderung des Programms am Abend des 14. Februar 1955 als Rundfunkvortrag über die deutschen, dänischen und norwegischen Sender ausgestrahlt wurde – wenig später sendete auch die BBC eine englische Fassung. Siehe hierzu F. Krafft (1991).]
- 51 A. B. Kojewnikow: Flerov’s letters to Kurchatov, Kaftanov, and Stalin. *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki* 1996, 2, forthcoming.
- 52 W. P. Wizgin (Hrsg.): U istokov sovetskogo atomnogo proekta: rol’ razvedki, 1941–1946 (po materialam arkhiva vneshnei razvedki Rossii). *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki* 1992, 3, 97–134; hier S. 109–111.
- 53 Po trevoge. Rasskaz upolnomochennogo gosudarstvennogo komiteta oborony S. V. Kaftanova. *Khimiia i zhizn’* 6 (1985), 9–11.
- 54 D. Holloway (1994), 90.
- 55 I. F. Zhezherun: Stroitel’stvo i pusk pervogo v Sovetskom Soiuzu atomnogo reaktora. Moskau 1978.
- 56 A. W. Andrejew/A. B. Kojewnikow/B. E. Jawelow (Hrsgg.): Operatsiia „Dopros Nil’sa Bora“. *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki* 1994, 2, 18–44; V. V. Barkowski: Zachem doprashivali Nil’sa Bora? *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki* 1994, 4, 111–123.
- 57 Arkadi Kruglow: Kak sozdavalas’ atomnaia promyshlennost’ v SSSR. Moskau 1994.
- 58 W. P. Wizgin (wie Anm. 52), 119.
- 59 D. Holloway (1994), 116–133.
- 60 D. Holloway (1994), 150–171.
- 61 A. Kruglow (wie Anm. 57), 263.

- 62 A. Kruglow (wie Anm. 57), 263; W. W. Michailow (Hrsg.): Sozdanie pervoi sovetskoi iadernoi bomby. Moskau 1995.
- 63 [Siehe beispielsweise P. A. Thießen (1979), etwa S. 18–31 („Sowjetische Gegenwart, erlebt in Laboratorien und Betrieben“, Vortrag auf der Festsitzung des Plenums der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin anlässlich des 40. Jahrestages der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution 1957), und 32–42 („Neue Wege der wissenschaftlich-technischen Forschung“, 1957); M. von Ardenne (1972), 187–249; aber auch H. Barwich/E. Barwich (1967). (Herausgeber)]
- 64 J. B. Chariton/J. N. Smirnow: Mify i real „nost“ sovetskogo atomnogo proekta. Arzamas 1994; E. A. Negin (Hrsg.): Sovetskii atomnyi proekt: Konets atomnoi monopolii. N. Nowgorod/Arzamas 1995.
- 65 R. Rhodes (1995); J. B. Chariton/W. B. Adamski/J. N. Smirnow: O sozdanii sovetskoi vodorodnoi (termoiadernoi) bomby. *Uspekhi fizicheskikh nauk* 166 (1996), 2, 201–205.
- 66 Andrei Sacharow: Vospominaniia. New York (Izdatel'stvo imeni Chekhova) 1990, S. 133.

### Anhang: Literaturauswahl (chronologisch):

- Smyth, Henry DeWolf: A General Account of the Development of Methods of Using Atomic Energy for Military Purposes under the Auspices of the United States Government, 1940–1945. Washington: US Government Printing Office 1945 u.ö./London 1945 u.ö.; dt.: Atomenergie und ihre Verwertung im Kriege. Nach der erweiterten Ausgabe von 1946 ins Deutsche übertragen. Basel: Reinhardt 1947 u.ö.
- FIAT Review of German Science. Vol. 14, Part 2, Kap. 7: Walther Bothe/Siegfried Flügge (Hrsg.): Kernphysik und kosmische Strahlung. Weinheim: Verlag Chemie 1948.
- Heisenberg, Werner: Über die Arbeiten zur technischen Ausnutzung der Atomkernenergie in Deutschland. *Die Naturwissenschaften* 33 (1946), 325–329.
- Goudsmit, Samuel Abraham: Alsos. New York: Henry Schuman 1947; Nachdr.: Los Angeles 1983.
- Laurence, William Leonard: Dawn over Zero: The Story of the Atomic Bomb. New York 1946; 2nd enlarged edition, Westport, Conn.: Greenwood Press 1972; dt.: Dämmerung über Punkt Null. Die Geschichte der Atombombe. Innsbruck: Paul List 1948.
- Fermi, Laura: Atoms in the Family: My Life with Enrico Fermi. Chicago/London: Chicago University Press 1954.
- Compton, Arthur Holly: Atomic Quest: A Personal Narrative. New York/Oxford: Oxford University Press 1956; dt.: Die Atombombe und ich. Ein persönlicher Erlebnisbericht. Frankfurt am Main: Nest Verlag 1958.
- Jungk, Robert: Heller als tausend Sonnen. Das Schicksal der Atomforscher. Bern/[Stuttgart]: Scherz Verlag 1956, 1963 (Tb.: Reinbek bei Hamburg: rororo 1964).
- Bagge, Erich/Kurt Diebner/Kenneth Jay: Von der Uranspaltung bis Calder Hall. (rowohlts deutsche enzyklopädie, 41) Reinbek bei Hamburg 1957 (mit Auszügen aus dem Internierungs-Tagebuch).
- Kramish, Arnold: Atomic Energy in the Soviet Union. Stanford: Stanford University Press 1959.
- Groves, Leslie R.: Now it can be told: The Story of the Manhattan Project. New York: Harper 1962, Nachdruck 1983; dt.: Jetzt darf ich sprechen. Die Geschichte der ersten Atombombe. Köln/Berlin: Kiepenheuer & Witsch 1965.
- Hewlett, Richard G. and Oscar E. Anderson [vol. 1]/F. Duncan [vol. 2]: A History of the United States Atomic Energy Commission. 2 Bde, University Park: Pennsylvania State University Press 1962–1969; Nachdruck Berkeley usw.: University of California Press 1990 (1: The New World, 1939–1946. 2: Atomic Shield).
- Gowing, Margaret: Britain and Atomic Energy 1939–1945. London: Macmillan 1964/New York 1965.
- Lamont, Lansing: Day of Trinity. New York: Atheneum 1965; dt.: Eine Explosion verändert die Welt. Die Geschichte der 1. Atombombe. München: Piper 1966.
- Bar-Zohar, Michel: La chasse aux savants allemands. Paris 1965; dt.: Die Jagd auf die deutschen Wissenschaftler. Berlin: Ullstein 1966 (TB: 1970).
- Giovannitti, Len/Fred Freed: The Decision to Drop the Bomb. New York 1965; dt.: Sie warfen die Bombe. Berlin: Propyläen Verlag 1967.
- Barwich, Heinz/Elfi Barwich: Das rote Atom. München/Bern: Scherz Verlag 1967 (TB: Fischer 1970).
- Irving, David: The Virus House: Germany's Atomic Research and Allied Counter-measures. London: William Kimber 1967; dt.: Der Traum von der deutschen Atombombe. Gütersloh: Bertelsmann 1967 (Tb.: Reinbek bei Hamburg: rororo-Taschenbuchverlag 1969).
- Groueff, Stéphane: Manhattan Project: The Untold Story of the Making of the Bomb. Boston: Little, Brown & Co. 1967; dt.: Projekt ohne Gnade. Das Abenteuer der amerikanischen Atomindustrie. Gütersloh: Bertelsmann 1968.



- Philip M. Stern: *Security on Trial: The Oppenheimer Case*. New York: Harper & Row 1969 und London: Hart-Davis 1971.
- Golwin, Igor Nikolajewitsch: I. W. Kurtschatow, Wegbereiter der sowjetischen Atomforschung. Leipzig usw.: Urania-Verlag 1976 (ursprünglich russisch: Igor Wassiljewitsch Kurtschatow. Moskau 1972, <sup>3</sup>1978).
- Ardenne, Manfred von: *Ein glückliches Leben für Technik und Forschung. Autobiographie*. Berlin: Verlag der Nation und Zürich/München: Kindler 1972.
- Szilard, Leo: *His Version of the Facts. Selected Recollections and Correspondence*. Edited by Spencer R. Weart/Gertrud Weiss Szilard. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press 1972.
- Gowing, Margaret: *Independence and Deterrence: Britain and Atomic Energy 1945–1952*. 2 Bde, London: Macmillan 1974 (1: Policy Making. 2: Policy Execution).
- Winnacker, Karl/Karl Wirtz: *Das unverstandene Wunder. Kernenergie in Deutschland*. Düsseldorf: Econ 1975.
- Kedrow, Bonifati Michailowitsch (Hrsg.): *Das Neutron. Eine Artikelsammlung*. (Wissenschaftliche Taschenbücher. Texte und Studien, 214) Berlin: Akademie Verlag 1979 (ursprünglich russisch: Neutron. Moskau: Nauka 1975).
- Herbig, Jost: *Kettenreaktion. Das Drama der Atomphysiker*. München/Wien: Hanser 1976; Tb.: München: dtv 1979.
- York, Herbert F.: *The Advisors: Oppenheimer, Teller and the Superbomb*. San Francisco: Freeman 1976; Stanford: Stanford University Press 1989.
- Weiner, Charles: *Nuclear Weapons History: Japan's Wartime Bomb Project Revealed*. *Science* 199 (1978), 152ff.
- Libby, Leona M.: *The Uranium People*. New York: Crane Russack/Charles Scribner's Sons 1979.
- Thießsen, Peter Adolf: *Erfahrungen, Erkenntnisse, Folgerungen [Reden und Aufsätze]*. Berlin: Akademie-Verlag 1979.
- Gowing, Margaret: *The Development of Atomic Energy: Chronology of Events 1939–1978*. London: UK Atomic Energy Authority 1979.
- Weart, Spencer R.: *Scientists in Power*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press 1979.
- Wohlfahrt, Horst (Hrsg.): *40 Jahre Kernspaltung. Eine Einführung in die Originalliteratur*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1979.
- Oppenheimer, J. Robert: *Letters and Recollections*. Edited by Alice Kimball Smith and Charles Weiner. Cambridge, Mass.: Harvard University Press 1980.
- Krafft, Fritz: *Im Schatten der Sensation. Leben und Wirken von Fritz Straßmann*. Dargestellt nach Dokumenten und Aufzeichnungen. Weinheim usw.: Verlag Chemie 1981.
- (Stadtverwaltung Haigerloch, Hrsg.): *Atom-Museum Haigerloch. Geschichte deutscher Atomforschung – Der erste Atommeiler. Originalberichte der Wissenschaftler. Haigerloch 1982*.
- Kennett, Lee B.: *A History of Strategic Bombing*. New York: Charles Scribner's Sons 1982.
- Keller, Cornelius: *Die Geschichte der Radioaktivität. Unter besonderer Berücksichtigung der Transurane*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 1982.
- Shea, William R. (Ed.): *Otto Hahn and the Rise of Nuclear Physics*. (The University of Western Ontario Series in Philosophy of Science, Vol. 22) Dordrecht/Boston/Lancaster: D. Reidel 1983.
- McKay, H. Alwyn C.: *The Making of the Atomic Age*. Oxford: Oxford University Press 1984; dt.: *Das Atomzeitalter. Von den Anfängen zur Gegenwart*. Berlin usw.: Springer 1989.
- Lyon, Fern/Jacob Evans (Eds.): *Los Alamos, The First Fourty Years*. Los Alamos: Los Alamos Historical Society 1984.
- Sachs, Robert Green (Ed.): *The Nuclear Chain Reaction – Fourty Years Later. Proceedings of a University of Chicago Symposium Commemorating the Fortieth Anniversary of the First Controlled Self-sustaining Nuclear Chain Reaction*. Chicago/London: Chicago University Press 1984.
- Bagge, Erich: *50 Jahre als Physiker in Deutschland. Ein Rückblick*. *Fusion* 8 (1985), 26–34.
- Alperovitz, Gar: *Atomic Diplomacy: Hiroshima and Potsdam. The Use of the Atomic Bomb and the American Confrontation with Soviet Power*. Expanded and updated edition, New York usw.: Penguin Books 1985; dt. *Atomare Diplomatie. Hiroshima und Potsdam*. München: Rütten & Loening 1966.
- Jones, Vincent C.: *Manhattan. The Army and the Atomic Bomb*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office 1985.
- Rhodes, Richard: *The Making of the Atomic Bomb*. New York 1986; dt.: *Die Atombombe oder Die Geschichte des 8. Schöpfungstages*. Nördlingen: Greno 1988.
- Kramish, Arnold: *The Griffin*. Boston: Houghton Mifflin 1986; dt.: *Der Greif. Paul Rosbaud – der Mann, der Hitlers Atompläne scheitern ließ*. München: Kindler Verlag 1989; vgl. A. Kramishs Notiz: *Alle Behauptungen*.

- tungen über Heisenberg durch mehrere Quellen abgestützt. *Süddeutsche Zeitung* Nr. 292 (19./20. Dezember 1987), 107.
- Krafft, Fritz: An der Schwelle zum Atomzeitalter. Die Vorgeschichte der Entdeckung der Kernspaltung im Dezember 1938. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 11 (1988), 227– 251.
- Rechenberg, Helmut: Transurane, Uranspaltung und das deutsche Uranprojekt. *Physikalische Blätter* 44 (1988), 453–459.
- Heisenberg, Werner: Papers on the German Uranium Project (1939–1945). With an Annotation by Karl Wirtz and Notes by Helmut Rechenberg. In: *Gesammelte Werke/Collected Papers*. Edited by W. Blum/H.-P. Dürr/H. Rechenberg. Serie A, Bd 2, Berlin usw.: Springer 1989; hier Group 9 (S. 363–601).
- Sanger, S. L. (with Robert W. Mull): *Hanford and the Bomb: An Oral History of World War II*. Seattle: Living House Press 1989.
- Walker, Mark: *German National Socialism and the Quest for Nuclear Power 1939–1949*. Cambridge/New York: Cambridge University Press 1989; dt.: *Die Uranmaschine. Mythos und Wirklichkeit der deutschen Atombombe*. Berlin: Siedler Verlag 1990.
- Walker, Mark: *Legenden um die deutsche Atombombe*. *Vierteljahrshefte für Zeitgeschichte* 38 (1990), 45–74.
- Krafft, Fritz: *Otto Hahn und die Kernchemie: Der Sprung ins Atomzeitalter*. Mannheim: Museumsverein für Technik und Arbeit 1991.
- Lanouette, William: *Genius in the Shadows. A Biography of Leo Szilard, the Man Behind the Bomb*. New York: Charles Scribner' Sons und New York/Toronto: Maxwell Macmillan 1992.
- Hoffmann, Dieter (Hrsg.): *Operation Epsilon. Die Farm-Hall-Protokolle oder die Angst der Alliierten vor der deutschen Atombombe*. Berlin: Rowohlt 1993.
- Rechenberg, Helmut: *Farm-Hall-Berichte. Die abgehörten Gespräche der 1945/46 in England internierten deutschen Atomwissenschaftler. Ein Kommentar*. Stuttgart: Hirzel 1994.
- Holloway, David: *Stalin and the Bomb: The Soviet Union and Atomic Energy, 1939–1956*. New Haven usw.: Yale University Press 1994.
- Salewski, Michael (Hrsg.): *Das Zeitalter der Bombe. Die Geschichte der atomaren Bedrohung von Hiroshima bis heute*. München: C. H. Beck 1995.
- Rhodes, Richard: *Dark Sun: The Making of the Hydrogen Bomb*. New York: Simon & Schuster 1995.
- Morrison, Philip: *Los Alamos, Hiroshima, Nagasaki – eine Erinnerung*. *Spektrum der Wissenschaft* Heft 10/1995, 38–43.
- Hoffmann, Klaus: *J. Robert Oppenheimer, Schöpfer der ersten Atombombe*. Berlin usw.: J. Springer 1995.
- Alperovitz, Gar: *The Decision to Use the Atomic Bomb and the Architecture of an American Myth*. New York: Knopf 1995.
- Newman, Robert: *Truman and the Hiroshima Cult*. East Lansing: Michigan State University Press 1995.
- Sime, Ruth Lewin: *Lise Meitner. A Life in Physics*. Berkeley/Los Angeles: University of California Press 1996.

#### Anschriften der Verfasser:

Prof. Stanley Goldberg, Ph.D., University of Maryland Baltimore County, Baltimore, Maryland 22128, USA;  
 Dr. Dieter Hoffmann, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Wilhelmstraße 44, D-10117 Berlin;  
 Dr. Alexei B. Kojewnikow, Russische Akademie der Wissenschaften, Institut für Geschichte der Wissenschaften, Staropansky per. 1/5, 103012 Moskau; Prof. Dr. Fritz Krafft, Institut für Geschichte der Pharmazie der Philipps-Universität, Roter Graben 10, D-35032 Marburg; Dr. Helmut Rechenberg, Max-Planck-Institut für Physik (Werner-Heisenberg-Institut), Föhringer Ring 6, D-80805 München.