

Hiroshima Nagasaki Peace Study Course

Beuth Hochschule für Technik, 2018s

Auszüge aus dem Manuskript

Das Manhattan-Projekt

von

Eugen Eichhorn

///

Inhalt (Siehe Hinweis 1)

1	Sekundärneutronen	02
2	Bohr und Geheimhaltung	05
3	Einsteins Brief an Präsident Roosevelt	06
4	Der MAUD und der Compton Report Nr. 3	10
5	Der Trinity Test vom 16. Juli 1945	14
6	Oppenheimer und die Bhagavadgita	17
7	Deutsche Übersetzung von Einsteins Brief	22

///

Hinweis 1: Der Gesamttext wird auf der Homepage der Lehrveranstaltung www.public.beuth-hochschule.de/~eichhorn zur Verfügung gestellt.

Hinweis 2: Dieses Vorlesungsskript stützt sich in weiten Teilen auf Richard Rhodes Buch *Die Atombombe oder die Geschichte des 8. Schöpfungstages*, Nördlingen 1988, 915 Seiten (Deutsche Übersetzung aus dem amerikanischen Englisch, Originaltitel *The Making of the Atomic Bomb*, New York 1986.) ausgezeichnet mit dem National Book Award, National Book Critics Circle Award und dem Pulitzer-Preis.

Status: Vorläufig, letzte Änderung 4/2018

Das Jahr 1939 - Die Entdeckung der Sekundärneutronen

Ende Februar –Anfang März des Jahres 1939 gelingt Leo Szilard und Enrico Fermi unabhängig von einander der Nachweis der sog. Sekundärneutronen. Wie sie zu ihrer Enttäu- schung bald erfahren sollten, war dies Joliot und seinem Team bereits vor ihnen geglückt. Ohne auf die kernphysikalischen Zusammenhänge näher einzugehen, teile ich Ihnen in einem Satz die Bedeutung dieser Entdeckung mit: Diese Entdeckung rückt die Frei- setzung der unvorstellbaren Energiemengen, die die Atomkerne zusammenhalten, in greifbare Nähe. Der diese Energiemengen frei setzende Prozess heißt in voller Länge *Kettenreaktion von Atomkernspaltungen* und wird etwas ungenau mit Kettenreaktion abgekürzt. Statt der Metapher „in greifbare Nähe gerückt“ – sie stammt, wenn ich mich recht erinnere, von Szilard - sollte ich zutreffender sagen, dass die Experimente von Szi- lard und Fermi *die Möglichkeit von Kettenreaktionen* beweisen. Mit welchem enormen Aufwand diese Möglichkeit technisch realisiert werden könnte, zeigt das Manhattan- Projekt

Ohne weitere Erläuterung nenne ich noch die wesentlichen Unterschiede der beiden Ex- perimente, sowie ein Detail quantitativer Natur.

Zu den Experimenten: Fermis Neutronenquelle bestand aus Radon, als Moderator be- nutzte er gewöhnliches Wasser. Szilards Neutronen stammten aus einer Radium-Beryl- lium-Quelle. Als Moderator benutzte er wie Hahn und Strassmann Paraffin.

Das Detail „quantitativer Natur“: Eine wichtige Pointe ist die Anzahl der Sekundärneut- ronem pro Kernspaltung. In den Berichten für die amerikanische Fachzeitschrift *Physical Review* wird diese vage mit „rund zwei“, und „in etwa zwei“ beziffert. Joliot und sein Team sind in ihrem ersten Bericht an die *Nature* noch vorsichtiger und sprechen von „mehr als einem“ pro Kernspaltung freigesetztem Neutron.

Ich sprach von *Joliot's Team*: Zu ihm gehörten außer Frédéric Joliot der Österreicher Hans von Halban und der Russe Lew Kowarski. Natürlich haben auch Szilard und Fermi nicht alleine gearbeitet: Szilards Partner war Walter Zinn, Fermi arbeitete mit Herbert Anderson zusammen. Anderson ist dafür bekannt, als erster Amerikaner das Dahlemer Experiment nachgemacht zu haben.

Um Ihnen eine vage Vorstellung von der Spannung zu vermitteln, die den Experimenta- tor im entscheidenden Augenblick erfasst, lese ich Ihnen eine kurze Beschreibung. vor:

Alles war soweit, wir brauchten nur noch einen Schalter zu betätigen, uns zu- rückzulehnen und den Bildschirm einer Fernrohröhre zu beobachten. Wenn auf dem Schirm Lichtblitze erschienen, würde das bedeuten, daß beim Vorgang der

Uranspaltung Neutronen freigesetzt wurden, und das würde wiederum bedeuten, daß die Freisetzung atomarer Energie in großem Maßstab in greifbare Nähe rückte. Wir betätigten den Schalter und sahen die Blitze. Wir beobachteten sie eine Zeit lang, und dann schalteten wir alles ab und gingen nach Hause. S. 288

...

/// Auf die Initiative von Leo Szilard wird der Versuch gemacht, die an der Columbia University entdeckten neuen Erkenntnisse und alle künftigen auf dem Gebiet der Kernspaltung gemachten Fortschritte geheim zu halten - zu diesem Zeitpunkt ein äußerst gewagtes Unternehmen. ///

... Schließlich hat ein solches Unterfangen eine politische Dimension. Wie immer gear-tete Geheimhaltungsverpflichtungen widersprechen den Prinzipien einer offenen Gesellschaft - *zumindest dem Anspruch nach*, ein Anspruch, an dem seit der Aufklärung die politischen Systeme gemessen werden.

Ich hoffe, ich habe Ihnen das Anstößige einer von Wissenschaftlern geforderten Geheimhaltung deutlich machen können.

Was würden Sie in einer solchen Lage tun?

Natürlich würden Sie Ihre besten Freunde zusammentrommeln. Sollten Sie sich an der Formulierung „zusammentrommeln“ stoßen, selbstverständlich wird es zunächst sehr verschwiegen zu gehen, und für Geheimhaltung wirbt man nicht auf einer Massenveranstaltung.

Neben Ihren besten Freunden wäre evtl. noch eine weitere Person mit von der Partie: Sollten Sie einen vertrauenswürdigen und einflussreichen Chef haben, so würden Sie sicher auch ihn einweihen.

Genau dies tat Leo Szilard: Er arrangierte ein Treffen im Büro eines erfahrenen Dekans der Columbia Universität namens George Pegram. Zu den Geladenen gehörte neben dem aus Princeton herbeigeeilten Eugene Wigner auch Enrico Fermi.

Pegram war mit 63 Jahren gut eine Generation älter als die erregten Leute aus Europa. Er hatte Albert Einstein schon zu einer Zeit eingeladen, zu der die Relativitätstheorie als eine mit großer Skepsis aufgenommene extravagante Theorie galt. Auch hatte er Fermi an die Columbia geholt. Ich erwähne dies deshalb, damit Sie Pegram nicht für einen angestaubten Funktionär der Universitätsbürokratie halten, wenn Sie erfahren, dass die Angelegenheit, mit der er aus heiterem Himmel konfrontiert wurde, ihm wie eine Verschwörung vorkam und ihm wirklich Angst machte.

Szilard legte als erster seine Gedanken dar. Er sprach von der Notwendigkeit eine Art „Forschergewerkschaft“ zu gründen, eine zivile Organisation zur Koordination und Geheimhaltung der äußerst brisanten kernphysikalischen Forschung, zur Beschaffung und

Verteilung von Geld und Rohstoffen. Eine solchen Organisation sollte ferner für die zivile Nutzung von Atomenergie zuständig sein.

...

Wigner reagierte äußerst scharf auf Szilards Ausführungen und nannte sie *gefährliche dilettantische Privatinitiativen* – gefährlich angesichts der bedrohlichen Lage in Europa, die einem neuen großen Krieg entgegenstrebte. Er beschwor die Anwesenden „unverzüglich die Regierung der Vereinigten Staaten zu informieren.“ Es gehe schließlich um so schwerwiegende Dinge wie Krieg und Frieden und die äußerst bedrohliche Perspektive, Hitlerdeutschland könnte als erstes Land der Welt eine Atombombe bauen. Die Versammelten sollten erkennen, dass sie selbst eine solche Verantwortung nicht übernehmen könnten.

Der Senior der Runde, George Pegram, mahnte zur Vorsicht, erklärte sich aber bereit, einen Kontakt zur Administration herzustellen. Er kannte einen Staatssekretär namens Charles Edison mit Zuständigkeit für die Marine. Wigner drängte ihn, diesen Edison sofort anzurufen. Pegram zögerte. Er riet, sich doch zuerst über eine Strategie zu verständigen und eine Person zu bestimmen, die „die Katze aus dem Sack lassen“ sollte. Nun, die Person, die die Katze aus dem Sack lassen sollte, war schnell gefunden: Enrico Fermi musste noch am selben Abend zu einem Vortrag nach Washington. Als Nobelpreisträger des Jahres 1938 würde er auch von höchsten Regierungsbeamten ernst genommen. Daraufhin rief Pegram in Washington an.

...

Zurück zu Fermis Auftrag in Washington. Der Dekan gab Fermi ein vorsichtig formuliertes Empfehlungsschreiben mit auf die Reise. Jeder mit der Anbahnung von Kontakten auf unsicherem Terrain vertraute Mensch, jeder Politiker und jeder im Vertrieb eines Unternehmens tätige Mitarbeiter wird schmunzeln, wenn er die folgenden Sätze liest:

Experimente in den Physiklaboratorien der Columbia University lassen vermuten, daß das chemische Element Uran unter gewissen Bedingungen seinen großen Überschuss an atomarer Energie freigeben würde. Dies bedeutet, daß Uran als ein Explosivstoff benutzt werden könnte, welcher eine Million mal mehr Energie pro Pfund [sic] besäße als jeder andere bisher bekannte Explosivstoff. Meiner eigenen Ansicht nach ist eine solche Entwicklung eher unwahrscheinlich, aber meine Kollegen und ich glauben, daß die bloße Möglichkeit nicht übersehen werden sollte. S. 290

Ist das nicht nett? Mit einem solchen Brief können Sie *eines* mit Sicherheit *nicht* erreichen: *Alarm auslösen*. Der Absender sagt es ja selbst, dass er an seine Botschaft nicht

glaubt. - Sie erfahren übrigens bald von einem ähnlichen Dokument, das als „Einsteins Brief an Präsident Roosevelt“ in die Annalen der neueren Geschichte eingehen sollte.

Niels Bohr und das Projekt Geheimhaltung

Nach dem Treffen an der Columbia University fuhr Szilard mit Wigner nach Princeton zurück. Dort trafen sie zunächst mit John Wheeler, Leon Rosenfeld und dem aus Washington angereisten Edward Teller zusammen, um ein Treffen mit Niels Bohr vorzubereiten, der sich gerade in Princeton aufhielt. Wenn Bohr für das Geheimhaltungsprojekt gewonnen werden könnte, hätte dies großen Einfluss. Noch am selben Abend – wir sind immer noch am 16. März 1939 - trafen sie Niels Bohr.

Edward Teller schreibt in einem späteren Bericht über das Treffen:

... [Bohr] beharrte auf seiner Überzeugung, daß wir nie Kernenergie erzeugen könnten, und bestand darauf, die Geheimniskrämerei dürfe niemals Eingang in die Physik finden. S. 291

Auch Fermi äußerte sich Jahre später zu Bohrs Prognose:

Es war [1939] noch nicht klar, daß die Aufgabe, große Mengen Uran 235 abzuscheiden, überhaupt ernsthaft erwogen werden konnte. S. 291

[„ob“ anstelle von „daß“ würde die Pointe etwas deutlicher hervorheben.]

Fermi fährt fort:

Bohr stellte sich bei dem Treffen in Princeton hartnäckig auf den Standpunkt, Kernwaffen könnten „niemals hergestellt werden, es sei denn, man verwandle die Vereinigten Staaten in eine einzige große Fabrik“ S. 291

Ich bemerke am Rande, dass ich Bohr trotz seiner falschen Prognose für seine Intuition nur bewundern kann (Heisenberg, wie die Farm Hall Protokolle zeigen, übrigens auch): Die Anlagen, die ab Ende 1942 in den amerikanischen Bundesstaaten Tennessee und in Washington gebaut wurden, erreichten 1943 und 1944 eine für damalige Verhältnisse unvorstellbare flächenmäßige Ausdehnung und Komplexität.

...

Nebenbei bemerkt: Laura Fermi berichtet in ihren Erinnerungen, dass Bohr zu Beginn des Jahres 1944, zwei Monate nach seiner Ankunft in Amerika, in zunehmend apokalyptischen Ausdrücken den Untergang Europas beschworen hat.

...

Bohr ließ sich nicht überzeugen.

Sie wollen nun sicher wissen, was Fermis Treffen mit Admiral Hooper gebracht hat. Um es in einem Wort zu sagen: So gut wie nichts. Außer dem Protokolleintrag, dass die Navy interessiert sei und dass sie bei Gelegenheit jemanden an der Columbia University vorbeisicken wolle, kam nichts dabei heraus.

...

Der erste Versuch, mit der Regierung in Kontakt zu treten, war kläglich gescheitert und blieb über Jahrzehnte als Peinlichkeit in Fermis Gedächtnis haften. Eine amüsante Schilderung des verunglückten Treffens finden Sie bei Richard Rhodes S. 291f.

...

Am 19. März 1939 erfuhren die drei Physiker zu ihrer großen Überraschung, dass sie sich ihre Auseinandersetzung hätten sparen können: Joliot und sein Team waren ihnen zuvor gekommen. In der britischen Fachzeitschrift *Nature* geben sie die Entdeckung von Sekundärneutronen bekannt und geben deren Anzahl vorsichtig mit *mehr als einem Neutron pro Kernspaltung* an. Etwa einen Monat später publizieren sie in derselben Zeitschrift eine ausführliche theoretische Analyse ihrer Experimente und errechnen 3.5 Neutronen. Der wahre Wert liegt meines Wissens bei 2.3. /// In der Literatur finden Sie häufig der Einfachheit halber die Zahl 3, ohne jeden Hinweis auf den statistischen Charakter des Werts. ///

„Einsteins Brief an Präsident Roosevelt“

Es sollte noch eine Weile dauern, bis Wigners vehementes Plädoyer, sich doch an die Regierung der Vereinigten Staaten von Amerika zu wenden, in die Tat umgesetzt werden konnte.

Mit der Hilfe von Albert Einstein sollten sie zum Jahresende ihr Ziel erreichen.

Zunächst möchte ich die Frage beantworten, warum sie sich nicht gleich an Albert Einstein gewandt, sondern zuerst ihr Glück bei Niels Bohr versucht hatten. Auf diese Frage gibt es eine sehr plausible Antwort. Bohr war an der Physik der Kernspaltung sehr dicht dran. Von ihm und John Wheeler stammte die erste umfassende Deutung der Kernspal-

tungsexperimente von Hahn und Strassmann, während Einstein die neueste Entwicklung noch nicht zur Kenntnis genommen hatte. Rhodes schreibt:

Viele Jahre danach erzählte er [Szilard], wie sehr es ihn damals überraschte, daß Einstein noch nichts von der Möglichkeit einer Kettenreaktion gehört hatte. Als er davon sprach, unterbrach Einstein ihn mit den Worten: „Daran habe ich gar nicht gedacht!“ Dann aber wurde er sich, so Szilard, „sehr schnell über die Implikationen klar und war vollkommen bereit, alles zu tun, was getan werden mußte. Er war bereit, die Verantwortung für die Auslösung des Alarms zu übernehmen, auch wenn die Möglichkeit bestand, daß es sich als falscher Alarm entpuppen würde. Wenn es etwas gibt, wovor die meisten Wissenschaftler wirklich Angst haben, dann davor, sich lächerlich zu machen, Einstein war frei von dieser Angst, und deswegen vor allem spielte er in dieser Geschichte eine so unersetzliche Rolle.“ S. 302

....

Sachs, der von einem gemeinsamen Bekannten in alles eingeweiht worden war. Sachs hatte sich vorgenommen, Szilard klar zu machen,

dass es sich hier um Dinge handle, die zuerst und vor allem das Weiße Haus angingen, und daß es, auch unter praktischen Gesichtspunkten, das Beste wäre, Roosevelt zu informieren. Er sagte, wenn wir ihm eine Erklärung gäben, würde er dafür sorgen, daß Roosevelt persönlich sie erhalte. S. 303

Szilard war begeistert. Er setzte sich hin und machte aus dem Brief an den belgischen Botschafter einen Brief an den amerikanischen Präsidenten. Den neuen Brief schickte er zur Begutachtung an Albert Einstein. Die „endgültige Fassung“, die im Verlauf eines weiteren Besuchs in Peconic entstand, beriet Szilard nach seiner Rückkehr noch einmal mit Alexander Sachs. Erwartungsgemäß wurde der Brief erneut geändert.

...

/// Es folgt das amerikanische Original der endgültigen Fassung. ///

Albert Einstein
Old Grove Rd.
Nassau Point
Peconic, Long Island

August 2nd, 1939

F.D. Roosevelt,
President of the United States,
White House
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E. Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last four months it has been made probable – through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America – that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium, by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable – though much less certain – that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

The United States has only poor ores of uranium in moderate quantities. There is some good ore in Canada and the former Czechoslovakia, while the most important sources of uranium is Belgian Congo.

In view of this situation you may think it desirable to have some permanent contact maintained between the Administration and the group of physicists working on chain reactions in America. One possible way of achieving this might be for you to entrust with this task a person who has your confidence and who could perhaps serve in an inofficial capacity. His task might comprise the following:

a) to approach Government Departments, keep them informed of the further development, and put forward recommendations for Government action, giving particular attention to the problem of securing a supply of uranium ore for the United States;

b) to speed up the experimental work, which is at present being carried on within the limits of the budgets of University laboratories, by providing funds, if such funds be required, through his contacts with private persons who are willing to make contributions for this cause, and perhaps also by obtaining the co-operation of industrial laboratories which have the necessary equipment.

I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from the Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action might perhaps be understood on the ground that the son of the German Under-Secretary of State, von Weizsäcker, is attached to the Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

Yours very truly,
[Einsteins Unterschrift]
(Albert Einstein)

[Dies ist eine Abschrift, da die Vorlage schlecht zu kopieren ist. Das Layout ist ungefähr so, die Verteilung der Wörter auf die einzelnen Zeilen weicht vom Original ab. . . .]

Ergebnisse des Uran-Komitees

Am 1. November sandte das neu gebildete Uranium Committee einen Bericht an den Präsidenten mit folgenden Bewertungen bzw. Empfehlungen:

- 1) Erkundung der kontrollierten Kettenreaktion als dauerhafter Energiequelle für den Antrieb von U-Booten
- 2) Sollte die Kettenreaktion sich als von explosiver Natur erweisen, könnte sie für den Bau von Bomben nie da gewesener Sprengkraft genutzt werden.
- 3) Empfehlung: Bereitstellung ausreichender Mittel für eine gründliche Erforschung, dies könnte zu Beginn die Bereitstellung von 4 Tonnen Graphit bedeuten, später die Bereitstellung von 50 Tonnen Uranoxid.

Am 17. November 1939 ließ Roosevelt durch General Watson ausrichten, er habe den Bericht gelesen und nehme ihn zu den Akten. Danach passierte eine ganze Weile nichts, bis weit in das Jahr 1940 hinein. Szilards und Fermis Experimente an der Columbia University waren blockiert, während an anderen Universitäten die Erforschung der Kettenreaktion weiterging, insbesondere hatte Niers endlich angefangen, mit den Mitteln der Massenspektroskopie kleine Mengen von Uranisotopen zu trennen.

Der MAUD Report – Nachrichten aus Großbritannien

(... inzwischen haben sich die Zuständigkeiten geändert. Das Urankomitee hat keine Federführung mehr. Der Nobelpreisträger Arthur Holly Compton erstellt zwei Machbarkeitsstudien, die die Administration nicht überzeugen ...)

Den Durchbruch bewirkt schließlich ein anderer Bericht. Am 15. Juli 1941 verabschiedete eine geheime britische Kommission, das sog. MAUD-Komitee, eine Machbarkeitsstudie. Um sicher zu gehen, dass der Bericht den Premier erreicht und dass dieser, wenn er ihn erreicht, von ihm auch Kenntnis nimmt, wurde Frederik A. Lindemann, ein enger Vertrauter Winston Churchills, gebeten, die Rolle des Überbringers zu übernehmen.

....

Die Hauptpunkte des britischen Geheimberichts sind zwei spektakuläre Schätzungen:

- 1) Die kritische Masse beträgt nur etwa 11,34 kg und

2) Die ersten Atombomben können bis Ende 1943 fertiggestellt werden.

(... Einzelheiten aus dem MAUD-Report:)

Wir sind nunmehr zu der Überzeugung gelangt, daß es möglich ist, eine wirksame Uranbombe zu bauen, die etwa 25lb [11,34 kg] aktiven Materials enthält und die eine Zerstörungskraft entwickelt, die derjenigen von 1800 TNT entspricht, und die große Mengen radioaktiver Substanzen freisetzt. [...] Eine Anlage, die täglich 2,25 lb [1,02kg U235] (oder drei Bomben pro Monat) herstellen kann, dürfte etwa 5 Millionen Pfund kosten. [...] Diese Kosten sind zwar enorm hoch, jedoch glauben wir, daß sowohl die moralische als auch die materielle Zerstörungskraft so gewaltig ist, daß alles getan werden sollte, um Bomben solcher Art herzustellen. [...] das Material für eine erste derartige Bombe könnte Ende 1943 verfügbar sein. [...] Selbst wenn der Krieg zu Ende geht, bevor die Bomben fertiggestellt sind, werden die Anstrengungen nicht vergeblich sein (es sei denn, es kommt zu dem unwahrscheinlichen Fall einer vollständigen Abrüstung), denn keine Nation dürfte es riskieren wollen, ohne eine Waffe von dieser Zerstörungskraft auskommen zu müssen.

Das Fazit des Berichts besteht aus einer Feststellung und zwei Empfehlungen:

- (i) *Das Komitee befindet, daß der Plan, eine Uranbombe zu bauen, in die Praxis umgesetzt werden kann und daß er wahrscheinlich kriegsentscheidende Auswirkungen haben wird.*
- (ii) *Es empfiehlt, der Fortsetzung dieser Arbeiten höchste Priorität zu geben und sie in dem Umfang voranzutreiben, der nötig ist, um die Waffe in der kürzest möglichen Zeit verfügbar zu haben.*
- (iii) *Die gegenwärtige Zusammenarbeit mit den Amerikanern sollte fortgeführt und besonders im Bereich experimenteller Forschungen intensiviert werden.*

370f

Arthur Holly Comptons dritter Bericht

Was wurde nun aus dem in Auftrag gegebenen dritten Bericht des Berichts-Komitees der NAS? War er nicht überflüssig geworden?

Ein Entwurf von Comptons 3. Bericht wurde auf einer Sitzung am 21. Oktober in Schenectady (S. 383) beraten. Lawrence brachte Oppenheimer mit. Er hatte Compton vorher gefragt und der war einverstanden, hatte aber Conant, seinen Auftraggeber, versehentlich (oder mit voller Absicht) nicht informiert. Conant war empört. Compton begann mit Oliphants Zusammenfassung des MAUD Reports. Beachten Sie bitte den Wortlaut: „Compton begann mit *Oliphants Zusammenfassung* des MAUD Reports“. Dies lässt mich vermuten, dass die Regierungsvertreter Bush und Conant ihrem „Berichts-Komitee“ das seit dem 3. Oktober vorliegende Original vorenthalten haben könnten. Was übrigens Sinn macht: Zwei unabhängige Berichte geben sehr viel bessere Handhaben für weitreichende Entscheidungen als ein einziger.

Am Ende meiner Darstellung des mehr als 2-jährigen Entscheidungsprozesses, der schließlich in das Manhattan Projekt mündete, gebe ich Ihnen noch eine kommentierte Zusammenfassung von Comptons drittem Bericht. Meine Kommentare stehen in runden Klammern.

Der Bericht umfasst 6 in doppeltem Zeilenabstand beschriebene Schreibmaschinenseiten und einen 49-seitigen Anhang zu Detailfragen. *Report to the President of The National Academy of Sciences by the Academy Committee on Uranium* lautet der Titel in voller Länge. Als Datum ist der 6. November 1941 angegeben.

1) Die Aufgabe wird beschrieben.

Das besondere Ziel dieses Berichts ist es, die Möglichkeiten einer explosiven Kernspaltungsreaktion von U235 darzulegen.

2) Eine grundsätzliche Feststellung.

Eine Kernspaltungsbombe von äußerster Zerstörungskraft wird entstehen, wenn man eine ausreichende Masse U235 schnell zusammenführt.

3) Relativierung der grundsätzlichen Feststellung.

Diese Prognose scheint so verlässlich zu sein, wie eine in der Praxis noch nicht überprüfte, auf Theorie und Experiment basierende Voraussage es nur sein kann.

Bisher hört sich das nicht spektakulär an.

4) Allgemeine Angaben zur kritischen Masse.

Die Masse von U235, die zur Auslösung einer explosiven Kernspaltung unter geeigneten Bedingungen notwendig ist, kann sich kaum auf weniger als 2 kg und auf nicht mehr als 100 kg belaufen. (Achten Sie bitte auf die sehr viel präzisere Angabe der Briten. Sie sprechen von „etwa 25 lb [11,34 kg]“. Der Bericht nennt

als Hauptgrund seiner „weiten Margen“ die unzureichende Kenntnis des Einfangsquerschnitts von U235.)

5) Eine spezielle Angabe zur kritischen Masse.

In einem der detaillierteren Anhänge berechnet Compton eine kritische Masse von nur 3,4 kg unter der Voraussetzung, dass der Kernsprengstoff von dicken Reflektorschichten für die sekundären Neutronen ummantelt wird.

6) Schätzungen der Explosivkraft.

(Auf ihre Wiedergabe verzichte ich. Sie liegen deutlich unter den britischen.)

7) Schätzung der Dauer.

Kernspaltungsbomben könnten „binnen drei oder vier Jahren in beträchtlichen Mengen verfügbar sein“. (Diese Zeitschätzung wird von der Realität bestätigt: Zwischen Ende Oktober 41 bis Mitte Juli 45 liegen 3 Jahre und ca. 8 ein halb Monate. Rechnet man die Monate bis Ende 41 ab, verbessert sich die Schätzung auf drei ein halb Jahre. Die geschätzte Menge wurde allerdings nicht erreicht: Bis Anfang August waren 3 Bomben fertig, nach dem Trinity Test, auf den ich noch genauer eingehen werde, und der Zerstörung von Hiroshima und Nagasaki hatten die Amerikaner vorerst keine weiteren Atombomben mehr.)

8) Prinzip der parallelen Entwicklung.

Zur weiteren Entwicklung der Verfahren zur Isotopentrennung wird in einem der Anhänge „das Prinzip der parallelen Entwicklung“ empfohlen. (Zu dieser Zeit gab es 5 Verfahren für die Isotopentrennung, deren Funktionieren *unter Laborbedingungen* nachgewiesen worden war. Sie alle parallel für die groß-technische Nutzung zu entwickeln, ist eine äußerst kostspielige Angelegenheit. Dem steht als Vorteil ein minimaler Zeitverlust gegenüber, sollte die großtechnische Umsetzung *eines* Verfahrens scheitern. Das Prinzip beweist, dass *die Zeit, der Wettlauf* für die Administration Roosevelt die entscheidende Rolle spielte. Der Aufwand an Geld, Personal und andere Ressourcen hatte, selten genug, zweite Priorität.)

9) Keine Erwähnung finden Fermis und Szilards Uran-Graphit-Experimente an der Columbia University in Manhattan, New York.

10) Auch die Plutoniumoption wird nicht erwähnt.

Soviel zum Inhalt des dritten Compton-Berichts.

Der Bericht wurde am 27. Oktober 1941 von Vannevar Bush dem Präsidenten persönlich übergeben. Dieser schickte ihn am 19. Januar 1942 an Bush zurück. Beigefügt war eine kurze handschriftliche Notiz. Nach der Anrede „V. B.“ folgen die beiden Buchstaben „OK“. Die Notiz endet mit den Worten „I think you had best keep this in your own safe

FDR“. Dies ist das einzige schriftliche Dokument der Administration Roosevelt zu einer epochalen Entscheidung.

...

/// Der nun in mehreren Phasen einsetzende Beginn des Manhattan-Projekts ist in dem Gesamttext beschrieben. Hier beschränke ich mich auf einige wenige Stichpunkte. Leslie Groves, Projektleiter des Pentagon-Baus, wird militärischer Leiter, Julius Robert Oppenheimer, ein ehrgeiziger, brillanter Quantentheoretiker, wird wissenschaftlicher Leiter des Projekts. Es werden drei geheime Städte gegründet: Oakridge in Tennessee, Hanford im Bundesstaat Washington und Los Alamos in New Mexico mit den speziellen Widmungen Isotopentrennung, der Herstellung von Plutonium in großen Reaktoren bzw. dem Bombenbau. Die im Projekt Tätigen zählen zwischenzeitlich an die 150 000 Personen, Ingenieure, Wissenschaftlicher, Arbeiter, Sicherheitspersonal zur Abschottung von Personal und Einrichtungen gegenüber der Außenwelt.

In diesem Handout mache ich nun einen großen Sprung ans Ende des Projekts, die Einzelheiten können Sie wie erwähnt in dem vollständigen Text nachlesen. Was jetzt folgt, bezieht sich auf den sog. Trinity-Test, der Test einer Plutonium-Bombe. Eine Bombe dieses Typs wurde über Nagasaki zur Explosion gebracht. Einige zehntausend Menschen starben sofort, ein großer Teil der Stadt wurde zerstört. Drei Tage zuvor war Hiroshima mit einer Uran-Bombe komplett zerstört worden mit ca. 140 Tausend Toten bis Ende 1945.

Im Folgenden Ausschnitt geht es um den einzigen Test, den erwähnten Trinity-Test in der Wüste von New Mexico, knapp drei Wochen vor der Zerstörung der beiden japanischen Städte. [Oktober 2016.]///

....

Der Trinity Test

Die zweite Episode ist anderer Natur. Sie betrifft eine Äußerung Enrico Fermis, des Erbauers der ersten „Uranmaschine“, eine Äußerung im Beisein von gewöhnlichen GIs, die Bainbridge wütend gemacht und Groves irritiert haben soll.

Ich zitiere Groves:

Ich hatte mich über Fermi ... ein wenig geärgert. Er schlug seinen Kollegen Wetten darüber vor, ob die Bombe die Atmosphäre in Brand setzen werde oder nicht, und wenn [ja], ob sie dadurch nur New Mexico oder die ganze Welt vernichten würde. # 134 ; 672

Ferner schreibt er etwas später:

Oppenheimer hatte Edward Teller mit der ausgesprochen auf ihn zugeschnittenen Aufgabe betraut, sich über alle nur denkbaren Wege und Umwege Gedanken zu machen, auf denen die Explosion ihre [?] offensichtlichen Grenzen überschreiten könnte. In Los Alamos stellte Teller an diesem Abend die gleichen Fragen wie Fermi, nur fragte er Serber, nicht einen uniformierten GI. # 136 ; 672

Als ich das vor Jahren zum ersten Mal las, war ich entsetzt. Ich weiß nicht, ob „entsetzt“ das richtige Wort ist, ich glaube, dass ich abwechselnd verblüfft, entsetzt, empört und wieder ungläubig war. Wie wirkt es auf Sie?

Ich habe für Sie einige Augenzeugenberichte (des Trinity-Tests) ausgewählt.

Isidor I. Rabi, 16 km

Wir lagen da, sehr gespannt, im ersten Morgengrauen; im Osten zeigten sich gerade die ersten goldenen Streifen; man konnte seinen Nachbarn sehr undeutlich erkennen. Diese 10 Sekunden [des Countdowns; E.] waren die längsten zehn Sekunden die ich je erlebt habe. Plötzlich gab es einen ungeheuren Lichtblitz, das hellste Licht, das ich – oder wie ich glaube, überhaupt ein Mensch – je gesehen habe. Es explodierte; es schoß auf einen zu; es bohrte sich durch einen durch. Es war ein Bild, das man nicht nur mit den Augen sah. Man sah es, und es brannte sich für immer ein. Man wünschte sich, es würde aufhören; alles in allem dauerte es etwa zwei Sekunden. Schließlich war es vorüber, wurde weniger, und wir sahen zu der Stelle, wo die Bombe gewesen war; da war ein riesiger Feuerball, der wuchs und wuchs, und während er wuchs, drehte er sich; er stieg in die Luft auf, in gelben Blitzen und zum Scharlachroten und Grünen hin. Er sah bedrohlich aus. Er schien auf einen zuzukommen. Soeben war etwas Neues geboren; eine neue Macht; ein neues Verständnis des Menschen, das der Mensch über die Natur gewonnen hatte. #168 ; 680

Emilio Segrè, Base Camp, 16 km

Der stärkste Eindruck war der eines überwältigend hellen Lichts ... Dieses neuartige Schauspiel verwirrte mich. Wir sahen, wie der ganze Himmel in einer un-

glaublichen Helligkeit aufblitzte, und das trotz der sehr dunklen Sonnenbrillen, die wir trugen ... Ich glaube, einen Augenblick lang dachte ich, die Explosion könnte die ganze Atmosphäre in Brand setzen und so der Welt ein Ende bereiten, obwohl ich wußte, daß das nicht möglich war. #169 ; 681

Frank Oppenheimer, Bruder von Robert Oppenheimer, S-10000

Und dann dieser Eindruck der drohenden Wolke, die über uns hing. Sie war so leuchtend purpurrot von der ganzen radioaktiven Strahlung. Und sie schien eine Ewigkeit da zu hängen. Natürlich war das nicht der Fall. Es kann nur sehr kurz gedauert haben, bis sie aufstieg. Es war sehr erschreckend.

Und das Donnern der Explosion. Es prallte gegen die Felsen, und dann zog es fort – ich weiß nicht, wogegen es noch alles prallte. Aber es schien gar nicht aufzuhören. Nicht wie das übliche Hallen eines Donners. Es hallte einfach in der Jornada del Muerto hin und her. Es war ein sehr grauenerregender Moment, als es fortzog. ... #682 ; 682

Philipp Morrison, Base Camp, 16 km

Aus 16 Kilometern Entfernung sahen wir den unglaublich hellen Blitz. Das war nicht das Beeindruckendste. Wir wußten, daß er zum Erblinden führen würde. Wir trugen Schweißbrillen. Was mich fesselte, war nicht der Blitz, sondern die blendende Hitze eines sonnigen Tages, die man in der Kälte des Wüstenmorgens auf dem Gesicht spürte. Es war, als würde man einen heißen Ofen öffnen, und heraus käme die Sonne wie bei einem Sonnenaufgang. #175 ; 681

Rhodes' Zitat steht in dem Buch „Der gute Krieg“ von Studs Terkel; ich habe in Terkels Buch nachgeschaut und möchte Ihnen den dort folgenden Satz nicht vor-enthalten:

Es war ein Gefühl von Ehrfurcht und Staunen und Bestürzung und Angst und Triumph zusammen. Terkel, „Der gute Krieg“, München 1989, S. 469. (Die Anführungsstriche gehören zum Titel, weil das Adjektiv ‚gut‘ für das Wort ‚Krieg‘ so widersinnig ist, schreibt Terkel zu Beginn des Buches.)

Kenneth Bainbridge S-10000

Rhodes schreibt:

Der Leiter des Trinity-Versuches, Bainbridge, brachte treffend zum Ausdruck, worin sein Gutes lag: „Keiner, der ihn gesehen hat, könnte ihn vergessen; eine widerliche und ehrfurchtgebietende Vorführung.“ #185 ; 682

Etwas später folgt:

Bainbridge ging herum und gratulierte den leitenden Männern am Bunker S-10 000 zum Erfolg der Implosionsmethode. „Zum Schluss sagte ich zu Robert: ‚Jetzt sind wir alle Hundesöhne‘ Später sagte [er] meiner jüngeren Tochter, daß es das beste war, das jemand nach dem Test sagte.“

Isidor I. Rabi, Base Camp

Natürlich jubelten wir über das Ergebnis des Versuchs. Während dieser gewaltige Feuerball vor uns war, und wir beobachteten ihn, und er wälzte sich dahin und mischte sich langsam mit den Wolken Dann wehte ihn der Wind langsam auseinander. Wir wandten uns einander zu und tauschten Gratulationen aus, während der ersten Minuten. Dann überlief uns ein Frösteln, das nicht von der frischen Morgenluft herrührte; es war ein Frösteln, das einen überlief, wenn man nachdachte; wenn ich zum Beispiel an mein Holzhaus in Cambridge dachte, an mein Laboratorium in New York und an all die Millionen Menschen, die dort lebten, und an diese Naturgewalt, als die wir sie zum erstenmal begriffen – hier war sie. #191 ; 683

Robert Oppenheimer und die Bhagavadgita

Kommen wir nun zu dem wissenschaftlichen Leiter des Manhattan Projekt. Mit dem erfolgreichen Test einer „echten Plutonium-Bombe“, der Explosion der ersten Atombombe und dem bis dahin größten Experiment in der Geschichte der Menschheit, hatte er seine Aufgabe fast erfüllt. Es blieb noch der Zusammenbau

eines zweiten Exemplars des gerade explodierten Modells. Bevor ich Ihnen seinen Text über seine Wahrnehmung der Ereignisse vorlese, noch einmal einige Zeilen von Rabi:

Isidor I. Rabi, Base Camp, über Robert Oppenheimer

Er war im vorderen Bunker [S-10 000; E.]. Als er zurück kam , wissen Sie, da war er mit seinem Hut. Sie haben Bilder von Roberts Hut gesehen. Und er kam eilig zu der Stelle, an der wir uns im Hauptquartier, sozusagen, aufhielten. Und sein Gang war wie in „Zwölf Uhr mittags“ – ich glaube, so kann ich es am besten beschreiben -, diese Art von stolzem Gang. Er hatte es getan. #194 ; 683

Nun Oppenheimer selbst:

J. Robert Oppenheimer, S-10 000

Wir warteten bis der Sturm vorbei war, verließen den Unterstand. Dort herrschte feierliche Stille. Wir wußten, diese Welt war nicht mehr die gleiche. Einige lachten, einige weinten. Die meisten schwiegen. Ich erinnerte mich einer Zeile aus der Hindu-Schrift, der Bhagavadgita: Wischnu versucht, den Prinzen zu überzeugen, daß er seine Pflicht zu tun hat, und um ihm Eindruck zu machen, verwandelte er sich in eine vielarmige Gestalt und sagt: „Jetzt bin ich der Tod geworden, der Zerstörer der Welt.“ Wir dachten wohl alle etwas Ähnliches.

Ich habe mich immer über dieses isolierte Zitat gewundert, ich fand es irritierend und frustrierend ohne weiteren Kontext und Kommentar. Eines Tages habe ich mir eine Übersetzung der Bhagavadgita besorgt und nach einer Auskunft über die Art der „Pflicht“, die „der Prinz“ erfüllen soll, Ausschau gehalten. Lassen Sie mich zunächst Ihre Aufmerksamkeit auf zwei Punkte lenken: 1) Von den vier Übersetzungen aus dem Sanskrit, die inzwischen auf meinem Schreibtisch liegen, übersetzen drei das Sanskritwort *kalah*, das in Oppenheimers Zitat mit *Tod* übersetzt wird, mit *Zeit* und nur eine mit *Tod*. Darauf hatte mich ein Freund vor einiger Zeit hingewiesen. Er übersetzt den Sanskrit-Text *kalo 'smi loka-kshaya-krit ... mit I'm time, destroyer of worlds*. 2) Oppenheimer zitiert nur den Anfang des 32. Verses

im XI. Gesang, obwohl die Pointe oder ein substantieller Teil der Pointe erst danach kommt.

Ich habe drei verschiedene Übersetzungen der Verse 32, 33 und 34 aus dem XI. Gesang der Bhagavadgita für Sie ausgesucht.

Zum besseren Verständnis noch eine kurzer Hinweis: Arjuna, einer der beiden Feldherren, deren Heere gerade einander gegenüberstehen, will nicht kämpfen, weil es ihm leid ist um die vielen Freunde, Verwandten, Lehrer, hervorragenden Menschen in beiden Heeren. Krishna, der in den folgenden Versen spricht, der Gott der Götter, Schöpfer von allem, was ist, war und sein wird, versucht Arjuna davon zu überzeugen, dass er seine Schwäche überwinden soll, dass er seine Pflicht tun und die vielen, ihm teuren Menschen töten soll.

a) Richard Garbe (2. Aufl. 1921) übersetzt:

32. Der mächtige Tod bin ich, der die Vernichtung der Menschen bewirkt, und habe mich hierher begeben, um die Menschen zu vertilgen. Auch ohne dich [d.h. auch ohne dein Zutun; Garbe] werden alle die Krieger, die in den sich feindlich begegnenden Schlachtreihen stehen, nicht [am Leben; Garbe] bleiben.

b) Sarvepalli Radhakrishnans englische Übersetzung lautet im Deutschen so:

(32) Ich bin die Zeit, die weltzerstörende, reifgewordene, damit beschäftigt, die Welt zu unterwerfen. Auch ohne dich (dein Handeln) werden alle in den gegnerischen Heeren aufgestellten Krieger zu sein aufhören.

c) Eine neuere deutsche Übersetzung aus den 1980er Jahren von Michael von Brück:

*32. Ich bin die herangereifte Zeit,
die Ursache der Weltvernichtung.
So erscheine ich hier, um die Welten zu zerstören.
Auch ohne dich werden all diese Kämpfer, die sich hier
in Schlachtordnungen gegenüberstehen, nicht mehr sein.*

Nun die folgenden beiden Verse:

a) Garbe.

33. Darum erhebe dich, erwirb Ruhm, besiege die Feinde und erfreue dich einer glücklichen Herrschaft! Von mir sind diese schon vorher getötet; nur das Werkzeug sei du, der du [auch; Garbe] mit der linken Hand geschickt bist.

34. Drona, Bhishma, Jayadratha, Karna und ebenso auch die andern heldenhaften Kämpfer, die [bereits] von mir getötet sind, töte du! Sei nicht verzagt! Kämpfe! Du wirst die Gegner in der Schlacht besiegen.

b) Radhakrishnan.

(33) Darum erhebe dich und erringe Ruhm. Besiege deine Feinde und genieße ein blühendes Königtum. Sie sind bereits von mir geschlagen. Sei du nur mehr der Anlaß, o Savyasacin (Arjuna).

(34) Erschlage den Drona, Bhishma, Jayadratha, Karna und auch die anderen großen Krieger, die bereits von mir gerichtet sind. Habe keine Furcht! Kämpfe! Du wirst die Feinde in der Schlacht besiegen.

c) von Brück.

*33. Deshalb erhebe dich, erwirb dir Ruhm!
Hast du deine Feinde besiegt, so genieße glückliche Herrschaft!
Von mir sind diese hier bereits erschlagen worden;
du sei nur mein Werkzeug, linkshändiger Bogenschütze!*

*34. Drona, Bhishma, Jayadratha und Karna, ebenso
die anderen Kriegshelden – die von mir schon Getöteten
töte du nun auch, zögere nicht!
Kämpfe! Du wirst die Feinde in der Schlacht besiegen.*

Soweit drei Verse aus der berühmten Hindu-Schrift. Wenn Sie mehr erfahren wollen, können Sie sich zunächst den I. Gesang und anschließend den ganzen XI. Gesang durchlesen. Ich werde ihn Ihnen mitbringen. Lassen Sie sich nicht von den fremdartigen Namen abschrecken, der Haupttext ist auch ohne genauere Kenntnis der dahinter stehenden Personen verständlich. Bevor ich diese Vorlesung beende, möchte ich Ihnen noch eine Frage stellen: Können Sie mir verraten, mit wem sich der umfassend gebildete, erfolgreiche wissenschaftliche Leiter des Manhattan Projekts identifiziert hat? Mit dem Gott der Götter Krishna (Vishnu)? Oder vielmehr mit seinem Schüler Arjuna, der das Töten leid ist, dem Krishna das Töten erleichtern will? Oder abwechselnd mit beiden?

Hiroshima-Nagasaki Peace Study Course

Prof. Eugen Eichhorn

Einsteins erster Brief an Präsident Roosevelt

Deutsche Übersetzung E. Eichhorn

Albert Einstein
Old Grove Rd.
Nassau Point
Peconic, Long Island

2. August 1939

F. D. Roosevelt,
President of the United States,
White House,
Washington, D.C.

Sir:

Einige neuere Arbeiten von E. Fermi und L. Szilard, die mir als Manuskripte übermittelt worden sind, lassen mich erwarten, dass das Element Uran in der unmittelbaren Zukunft in eine neue und wichtige Energiequelle umgewandelt werden könnte. Gewisse Aspekte der entstandenen Situation rufen nach Wachsamkeit und nötigenfalls nach raschem Handeln seitens der Regierung. Ich glaube daher, dass es meine Pflicht ist, Ihre Aufmerksamkeit auf die folgenden Tatsachen und Empfehlungen zu lenken:

Im Verlauf der letzten vier Monate hat man nachgewiesen - sowohl durch die Arbeit von Joliot in Frankreich wie auch durch die von Fermi und Szilard in Amerika - dass es möglich werden könnte, in einer großen Masse von Uran eine Kettenreaktion in Gang zu setzen, durch die riesige Energiemengen und große Mengen neuer radiumartiger Elemente erzeugt würden. Gegenwärtig erscheint es fast sicher, dass dies in der unmittelbaren Zukunft erreicht werden könnte.

Dieses neue Phänomen würde auch zum Bau von Bomben führen und es ist vorstellbar - wenn auch weit weniger wahrscheinlich - dass äußerst starke Bomben eines neuen Typs so gebaut werden können. Eine einzige, mit einem Schiff transportierte und in einem Hafen zur Explosion gebrachte Bombe dieses Typs könnte sehr wohl den ganzen Hafen und einem Teil des ihn umgebenden Territoriums zerstören. Solche Bomben könnten sich allerdings für den Transport mit einem Flugzeug sehr wohl als zu schwer erweisen.

Die Vereinigten Staaten haben nur Uranerzvorkommen geringer Qualität und in mäßigen Mengen. Einige Mengen an gutem Erz gibt es in Kanada und in der früheren Tschechoslowakei, während die bedeutendsten Uranvorkommen sich in Belgisch-Kongo befinden.

Im Blick auf diese Situation könnten Sie es wünschenswert finden, einen ständigen Kontakt zwischen der Regierung und der Gruppe von Physikern, die an Kettenreaktionen in Amerika arbeiten, zu unterhalten. Ein möglicher Weg dies zu erreichen könnte für Sie darin bestehen, eine Person Ihres Vertrauens mit dieser Aufgabe zu betrauen, und die vielleicht in einer inoffiziellen Funktion ihren Dienst tun könnte. Seine [!] Aufgabe könnte folgende Tätigkeiten umfassen:

a) an Regierungsstellen heranzutreten, sie über die weitere Entwicklung auf dem Laufenden zu halten und Empfehlungen für das Handeln der Regierung vorzulegen, wobei dem Problem der Sicherung eines Uranerzvorrats für die Vereinigten Staaten besondere Aufmerksamkeit gewidmet würde;

b) experimentelle Arbeiten zu beschleunigen, die gegenwärtig innerhalb der Budgetgrenzen von Universitäts-Laboratorien durchgeführt werden, durch die Bereitstellung von Mitteln, falls solche Mittel erforderlich sein sollten, durch seine [!] Verbindungen mit privaten Personen, die einen Beitrag für diese Sache leisten wollen, und vielleicht auch durch das Erlangen der Mitwirkung von Industrie-Laboratorien, die über die nötige Ausstattung verfügen.

Ich habe gehört, dass Deutschland zur Zeit den Verkauf von Uran aus den übernommenen tschechoslowakischen Minen gestoppt hat. Dass es [sc. Deutschland; E.E] so frühzeitig tätig geworden ist, lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass der Sohn des deutschen Staatssekretärs, von Weizsäcker, dem Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin angehört, wo gerade einige amerikanische Arbeiten über Uran nachgemacht werden.

Yours very truly,

[Einsteins Unterschrift]

(Albert Einstein)