

# Schatten Atommacht Deutschland

Deutschland lag in den 40er Jahren wissenschaftlich und technisch an der Weltspitze. Die Kernspaltung wurde durch Otto Hahn 1938 entdeckt. Schnell kam man zur Erkenntnis dass die Kernspaltung als Energiequelle eine enorme Perspektive für die Menschheit darstellt. Die Spaltung eines 1Kg Urans 235 setzt die Energie von etwa 2700 to Steinkohle (1), oder 19000to TNT frei. Neben der wirtschaftlichen Perspektive wurden auch die militärischen Möglichkeiten schnell erkannt. Es gab Phantasiebilder in Zeitungen die explodierende Städte zeigten.

In den USA wurde im WKII das Manhattan Projekt initiiert. Dieses führte im Herbst 1945 zu 2 Atombombenabwürfen, die dem sich ohnehin in einer militärisch aussichtslosen Lage befindlichen Japan den letzten Anstoß zur Kapitulation gaben. Das Programm war ein militärisch, ökonomischer Fehlschlag. Die Kosten des Programms von 2 Mrd. \$ (3) standen nicht im Verhältnis zu den 2 abgeworfenen Bomben. Mit dem genannten Geld hätte man leicht 2000 B29 Superfortress Bomber zu je 509000\$ (2) bauen und einschließlich der erforderlichen Infrastruktur bereitstellen können, die in etwa 25 Einsätzen mit jeweils 4to Bomben 200.000 to Bomben (*die 5-fache Abwurfmenge*) auf Japan hätten abwerfen können.

In Deutschland erhielt die Entwicklung von Atombomben aufgrund des damit verbundenen Aufwands und der nicht ganz falschen Einschätzung dass diese wohl für den WKII zu spät kommen würden, keine Priorität. Bis zur Kapitulation wurde lediglich ein Schwerwasserreaktor in Haigerloch unter der Leitung von Werner Heisenberg fertig gestellt. Dieser war zu klein dimensioniert um zu funktionieren (*kritisch zu werden*).

Die Opferzahlen konventioneller Bombardements auf zivile Ziele waren in Japan aufgrund der viel dichteren, sehr leichten Bebauung und dem weitgehenden Verzicht auf Schutzräume etwa 10 - 50 mal höher als in Deutschland (a). Die Führer des WK II, Stalin, Roosevelt, Churchill und Hitler waren gegenüber Menschenopfern weitgehend unempfindlich. Man hätte bis zur 2. Jahreshälfte 1944 mindestens 20 Atombomben einsatzbereit machen müssen um Deutschlands Kriegsschicksal mittels Atombomben zu ändern.

Hätte man den Krieg mittels Atomwaffen zugunsten Deutschlands entscheiden wollen, so hätte in Deutschland spätestens Anfang 1940 ein großes Programm beginnen müssen. Uran ist ein häufiges Metall in unserer Erdkruste. Man wusste von den Vorkommen in Joachimsthal im Sudetenland und von solchen im Erzgebirge. Einen Uranerzbergbau hätte man, wie später die Russen in ihrer Besatzungszone (DDR) zeigten, sehr schnell einrichten können. Da man sich in Deutschland der Bedeutung des Graphits als Moderator aufgrund eines Rechenfehlers v. Prof. Bothe 1941 nicht bewusst war, die Bedeutung des Plutoniums jedoch verstanden war, hätte man wahrscheinlich 3 – 5 große Schwerwasser moderierte Reaktoren, mögliche Standorte hätten an der Isar, oder Donau in Bayern, Österreich und an der Ostseeküste zwischen Rostock und Kolberg sein können, errichtet (*Entfernung v. Feind*). Die sehr energieintensive Herstellung schweren Wassers hätte man wahrscheinlich im Mitteldeutschen Braunkohlerevier, in Oberschlesien und im Kölner Revier vorgenommen. Die Wiederaufarbeitung hätte man idealerweise bombensicher im Kohnstein im Südharz (*Mittelbau*) untergebracht. Die extrem stromintensive Thermodiffusionsanreicherung und

Gasdiffusionsanreicherung wie sie die Amerikaner in Oak Rich, Tennessee errichteten, lag außerhalb der Möglichkeiten Deutschlands. Bei allen Gedankenspielen möge man sich stets bewusst sein, das diese Anstrengungen zu Lasten der allgemeinen Rüstungsproduktion gegangen wären und die daraus resultierende verminderte Ausbringung von Rüstungsgütern, den Krieg wahrscheinlich zu Lasten Deutschlands beeinflusst hätte.

## **Nach dem II Weltkrieg - Aufstieg zur Schattenatommacht**

Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs war die Beschäftigung mit Kernphysik und Kerntechnik in Deutschland durch das Kontrollratsgesetz Nr. 25 vom 30. April 1946 verboten. Dennoch bestand in der Bundesrepublik Deutschland bereits seit Ende 1952 eine „Studienkommission für Kernenergie“ beim Bundesministerium für Wirtschaft, besetzt mit Werner Heisenberg und Karl Wirtz(4). Am 19.07.56 wurde das Kernforschungszentrum Karlsruhe gegründet. F.J. Strauss, Befürworter einer taktischen nuklearen Bewaffnung Deutschlands, (6) wurde im Oktober 1956 zum Atomminister ernannt. Das Atomprogramm der BRD war sehr breit angelegt und war dazu geeignet neben der Energiegewinnung auch militärischen Zwecken zu dienen. Es wurden theoretische Überlegungen zu Kernwaffenkonzepten angestellt. Am 04.04.57 wurde die Baugenehmigung für den Schwerwasserreaktor FR2 erteilt, der in direkter Linie den Entwicklungsarbeiten von Heisenberg im 2. Weltkrieg entstammt (10) und 1961 kritisch wurde. Ein Schwerwasserreaktor hat den Vorteil dass er mit Natururan betrieben werden kann. Dieses lässt sich ohne Anreicherung und ohne internationales Aufsehen in D gewinnen. Dieser Reaktor war in der Lage Plutonium für etwa 1 Bombe/Jahr zu erbrüten. Der Reaktor wurde 1981 stillgelegt.

Im Jahr 1966 wurde der Bau der Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe WAK begonnen und 1970 abgeschlossen. Eine Wiederaufbereitungsanlage wird dazu benötigt das erbrütete Plutonium aus dem abgebrannten Kernbrennstoff zu gewinnen. Die WAK hatte eine Kapazität von 35to/a. Wenn man von geringen Abbränden und einem daraus resultierenden Plutoniumgehalt des abgebrannten Kernbrennstoffs von 0,2% ausgeht, hätte man jährlich 70 Kg Plutonium, ausreichend für etwa 10 - 20 Bomben, gewinnen können. Die WAK wurde 1990 stillgelegt.

## **Plutonium aus kommerziellen Leichtwasser Kernkraftwerken**

Entgegen den Veröffentlichungen Deutscher „Qualitätsmedien“, die ihre Informationen in der Regel aus ökoreligiösen Quellen beziehen, ist das Plutonium der kommerziellen Leichtwasser Kernkraftwerke für den Bombenbau kaum geeignet. Die Tendenz beim Betrieb von Leichtwasserreaktoren geht hin zu immer höheren Abbränden von aktuell über 60MWd/Kg hm. Die Plutonium Isotopenzusammensetzung eines Brennstabes aus einem Druckwasserreaktor mit 4% U235Anfangsanreicherung und 51,3+-6,6 MWd/Kg Abbrand wurde z.B. wie folgt analysiert(9): 50% Pu239, 26% Pu 240, 12,8% Pu 241, 8,4% Pu242, 2,3%Pu238.

- Nach der Entnahme des abgebrannten Kernbrennstoffs müssen die Brennelemente zunächst einige Jahre im Wasser gelagert werden, da diese aufgrund der Zerfallswärme sonst schmelzen würden. Nach dem Beladen eines Reaktors, 4 Jahren Zykluszeit dauert es weitere 6 – 10 Jahre bis dieser Kernbrennstoff zu einer Bombe verarbeitet werden kann.
- Der Kernbrennstoff muss in einer Wiederaufbereitungsanlage mit Glove Boxen in Spaltprodukte, Uran, Plutonium und Transurane getrennt werden. Hierzu bietet sich der PUREX Prozess in Verbindung mit dem DIAMEX Prozess an.

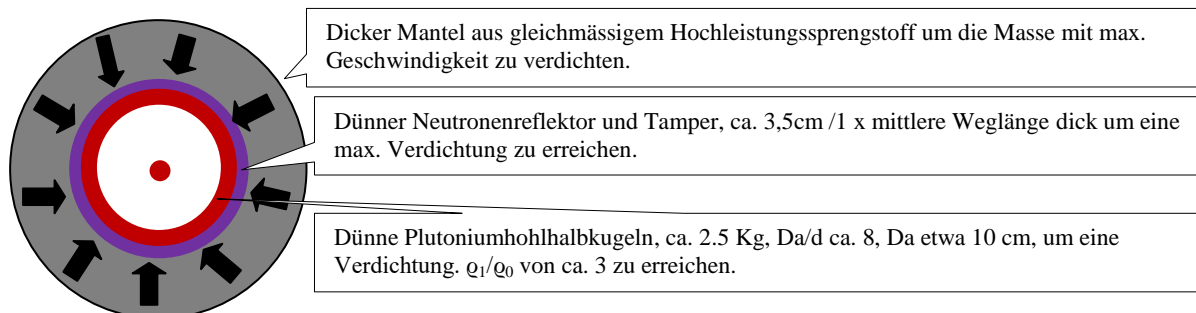
-Die hohe Strahlung des Reaktorplutoniums erfordert eine ferngesteuerte Bearbeitung (*keine Bearbeitung von Hand wie beim hochwertigen Bombenplutonium*) und macht die Verarbeitung sehr schwierig.

-Das Plutonium liegt im Reaktor und der Wiederaufbereitungsanlage als  $\text{PuO}_2$  vor und muss in den metallischen Zustand kalziniert werden.

- Eine der grössten Herausforderungen beim Einsatz von Reaktorplutonium in Kernsprengkörpern sind die starken Neutronenemissionen durch Spontanspaltungen aus den höheren Plutoniumisotopen Pu 240 und 242 und Spuren höherer Transurane wie Cm242, 244 Cf252. Eine Frühzündung mit entsprechend geringer Wirkung ist wahrscheinlich (h).

- Eine andere grosse Herausforderung stellt die Wärmeentwicklung dar. Die genannte Plutoniumisotopenzusammensetzung gibt 16,3 W/Kg Wärme ab(i). Eine 6 Kg Bombe wie die von Nagasaki würde 98W abgeben. Man kann sich dies als übergrosse Glühbirne mit einem Durchmesser von 9,2cm. vorstellen die von einem Metallmantel (Neutronenreflektor) und anschließend von einem Sprengstoffmantel umschlossen wird. Da die konventionellen Sprengstoffe, die die Pu Hohlkugel und Reflektor umgeben, die Wärme nur schlecht ableiten, TNT schmilzt bei  $80^\circ\text{C}$ , würde dieser Kernsprengkörper so nicht funktionieren.

### Kernsprengkörper zur Nutzung von Reaktorplutonium



Je dünner die Hohlhalbkugeln sind desto grösser ist die Oberfläche über die die Zerfallswärme abgeführt wird. Je dünner die Halb kugeln sind desto grösser ist die kinetische Energie die eine schnelle, hohe Verdichtung erlaubt. Das Risiko der Frühzündung wird reduziert, bzw. die Wirkung trotz Frühzündung maximiert. .

Wer je versucht hat einen Ball gleichmässig zusammen zu drücken weiss wie gross die Herausforderung ist. Je grösser das Verhältnis Da/d gewählt wird desto mehr steigen die Anforderungen an die Gleichmässigkeit des Sprengstoffs, die Metallurgie, den Guss und die Nacharbeit.

**Die Wirkung einer solchen Bombe ist aufgrund der wahrscheinlichen Frühzündung schwer vorhersehbar. Die Zerfallswärme von 41 W wäre schwer zu beherrschen.**

Allenfalls für eine Mikroatombombe mit wenigen g Pu ließe sich Reaktorplutonium uneingeschränkt verwenden (f). Im Reaktorplutonium entsteht aus dem Zerfall von Pu241 Americium 241. Dieses erhöht die Wärmeabgabe, die Spontanspaltungsrate, andererseits stabilisiert dieses bei einem Anteil von 0.6% in der Delta Phase. Es ändern sich Dichte und Festigkeit.

Möglichkeiten die kommerziellen LWR Reaktoren zur Produktion von Bombenplutonium zu nutzen wären entweder den/die Reaktoren alle 3 Monate zum mehrwöchigen Brennstoffwechsel herunterzufahren (*Ertrag etwa 25 Bomben/Reaktor u. Jahr*) was im Europäischen Verbundnetz nicht verborgen bleibt, oder die äusseren, weniger bestrahlten Brennelemente nach jeweils einem Jahr auszutauschen und mit diesem schlechterem Plutonium, mit einem

Hohlkugeldesign mit einer noch akzeptablen Wanddicke von  $1/7$  des Durchmessers, hoher Kompression u Kompressionsgeschwindigkeit (e) und LiD Verstärkern brauchbare Bomben zu bauen. Die Elemente des abgebrannten Kernbrennstoffs, Uran, Plutonium, Spaltprodukte, müssen für diese Nutzung in einer Wiederaufbereitungsanlage getrennt werden.

Insgesamt war/ist die Politik der USA gegen die Plutoniumwiederaufbereitung wohl kaum gegen Terroristen oder Länder wie Lybien, oder Syrien gerichtet die kaum über die Technologie verfügen mit Reaktorplutonium Bomben zu bauen, als vielmehr gegen die sog. Verbündeten, einst Deutschland und Japan und Heute Südkorea und Taiwan die in Leistungsreaktoren Tonnen von Plutonium erbrüten und technisch den USA nicht nachstehen.

## Hochangereichertes Uran

Der Bau der Urananreicherungsanlage Urenco in Gronau wurde 1970 beschlossen und ging 1985 in Betrieb. In Kürze wird diese im aktuellen Ausbau eine Leistung von 4500 to UTA erreichen (5). Mit dieser Anlage ließen sich, statt Dutzende von Leichtwasserreaktoren mit leicht angereichertem Uran zu versorgen, 20 to 90%  $U^{235}$  (225 UTA/Kg Abreicherung 0,2%)(\*1) Bombenuran, ausreichend für viele hundert Bomben/Jahr, herstellen. Es könnte auch lediglich ein Teil der Anlage der Gewinnung hoch angereichertem Bombenmaterials gewidmet werden.

## Verdeckte Atomrüstung

Nachdem der Reichswehr durch das Versailler Diktat nach dem Ersten Weltkrieg harten Beschränkungen auferlegt waren, gewann die sog. Schwarze Reichswehr große Bedeutung. Die Reichswehr konnte dank schwarzer Ausrüstungsbestände auf fast das 3-fache des im Versailler Diktat vorgesehenen Umfangs anwachsen. Statt 1926 MG verfügte die Reichswehr 1932 z.B. über 22024 MG (8). Sie verfügte auch über 81 schwere Kanonen deren Besitz der Reichswehr vollkommen untersagt war(8) u.v.m.. Die schwarzen Bestände waren in privaten Lagerhallen und Kellern eingelagert. Die Reichswehr erprobte neue verbotene Waffensysteme in Russland. Insgesamt dürften mehrere 10.000 Deutsche, einschließlich kommunistischer Hafearbeiter und Eisenbahner mit der schwarzen Reichswehr in Berührung gekommen sein. Ihr Patriotismus gebot ihnen zu schweigen. Deshalb kann man davon ausgehen das eine verdeckte Atomrüstung in Deutschland bis Mitte der 60er Jahre als die Zerstörung der Deutschen Gesellschaft begann, möglich gewesen wäre. Die heutige Deutsche Gesellschaft mit ihrer sehr destruktiven Grundeinstellung ist hierzu nicht in der Lage.

Durch Neutroneneinfang entsteht in den kommerziellen Kernreaktoren etwa 15 Kg  $Np^{237}$  pro Jahr und Reaktor (s. Artikel [Atommüll ein Problem](#)).  $Np^{237}$  hat eine Halbwertszeit von 2 Mio. Jahren, ist für Schnelle Neutronen  $> 250\text{KEV}$  spaltbar, die Spontanspaltungsrate ist gering,  $1n/\text{Kg}/s$ , die unreflektierte, Nichtkomprimierte, kritische Masse von  $Np^{237}$  beträgt etwa 60Kg(14)(c). Neptunium ließe sich in einer Wiederaufbereitungsanlage durch Oxidation in  $Np(VI)$  mittels  $HNO_2/HNO_3$  abtrennen (d) und steht nicht direkt im Blickpunkt internationaler Inspektoren. In den Deutschen Überlegungen genoß die  $NP^{237}$  Option angesichts der sehr genauen Überprüfungen der Plutoniumbuchhaltung anscheinend eine hohe Aufmerksamkeit bis man mit höheren Abbränden in den 1970er Jahren feststellte dass Verunreinigungen höherer Transurane zu zu hohen Neutronenemissionen führen. In den 70er und 80er Jahren hatten sich auch Japan und Südkorea intensiv mit der Abtrennung von Neptunium aus abgebranntem Kernbrennstoff beschäftigt. Ende der 90er Jahren hatte die IAEA Dokumente die Thematik aufgegriffen.

## Aktueller Stand

**Ab 1970 beherrschte die BRD den gesamten Brennstoffkreislauf. Mit den vorhandenen Einrichtungen hätte man innerhalb weniger Monate Atombomben bauen können. Deutschland ist seit 1970 Schattenatommacht. Mittlerweile ist so viel Wissen verloren gegangen dass dies fraglich geworden ist.**

Das einstige Kernforschungszentrum in Karlsruhe wurde mittlerweile durch die Minister für Ökoreligion Trittin und Gabriel zerschlagen. Es wurde umbenannt in Forschungszentrum Karlsruhe. Erforscht wird mit wenigen Ausnahmen sonniger Unsinn. Organisatorisch wurde es mit der Uni Karlsruhe zusammengelegt.

Trotz des destruktiven, ökoreligiösen Hasses ist die BRD bis heute in der Lage innerhalb weniger als einem Jahr Atommacht zu werden. Die Uranzentrifugenanreicherungsanlage in Gronau könnte innerhalb kürzester Zeit Hochangereichertes Uran zum Bau von hunderten Atom und Wasserstoffbomben liefern. Die notwendigen chemischen Kenntnisse, z.B. zu Sprengstoffen, sind noch reichlich in Deutschland vorhanden. In der heutigen sehr ökologischen Gesellschaft schwindet das Kerntechnische Wissen sehr schnell. Möglicherweise wird die Urananreicherung in Gronau wegen hoher Strompreise, Auflagen etc. irgendwann geschlossen. Die meisten mit Kerntechnik vertrauten Personen sind mittlerweile verstorben. Deutschland hat, oder wird die Fähigkeit kurzfristig Atommacht zu werden in ein paar Jahren verlieren.

## Holger Narrog

<https://holgernarrog.hpage.com/>

## Erläuterungen

\*1 Berechnung:  $W_{(UTA)} = P \times V_{(xp)} + T \times V_{(xt)} - F \times V_{(xf)}$ ,  $V_{(x)} = (1 - 2 \times X) \times \ln((1-x)/x)$

### a. Aus (12)

- Die Zahl der Opfer der ersten Atombomben abwürfen ist sehr hoch bedingt dadurch dass sich zum Explosionszeitpunkt 31.000 Menschen/Km<sup>2</sup> in den Stadtzentren von Hiroshima und Nagasaki aufgehalten haben.
- Das warme, klare Wetter veranlasste viele Bewohner sich leicht bekleidet außerhalb von Gebäuden aufzuhalten. Hier durch entstanden viele Blitzverbrennungen.
- 1 Km vom Nullpunkt entfernt überlebten 50% derjenigen die sich in japanischen Holzhäusern aufhielten. 200m vom Nullpunkt entfernt überlebten 50% derjenigen die sich in Betonbauten aufhielten.

Hiroshima, Todesopfer 68.000, Verletzte 76000, Nagasaki, Todesopfer 38.000, Verletzte 21.000

Die Bevölkerungsdichte in Europäischen Innenstädten liegt eher bei 2000-6000 Menschen/Km<sup>2</sup>. Warmes, klares Wetter ist in Mitteleuropa selten, die Wettervorhersage ist unsicher. Massive Steingebäude sind in Westeuropa die Regel. Im WK II verfügten alle Deutschen Städte über ein ausgebautes Schutzraumkonzept.

- b. Bei Atomsprengköpfen die einer hohen Wärmebelastung ausgesetzt sind, z.B. Raketen, wird das Pu in der Delta Phase mit 1-3% Gallium stabilisiert.
- c. Kritische Masse..

Bei einer Kernspaltung werden etwa 2.5 – 3 prompte Neutronen emittiert. Um eine Kettenreaktion auszulösen muss mindestens eines dieser Neutronen wiederum eine Spaltung auslösen. Bei einer zu kleinen Bombenanordnung verlassen zu viele Neutronen diese Anordnung um eine Kettenreaktion auszulösen. Eine kritische Masse ist die Masse bei der jede Spaltung mindestens eine neue Spaltung auslöst. Die kritische Masse hängt von der Form ab. Die Kugelform ist ideal. Sie lässt sich durch eine Hülle aus Neutronenreflektierendem Material vermindern. Sie wird durch die Kompression beim Zusammenschießen der Teilmassen reduziert. Insofern ist es bei der Angabe einer kritischen Masse entscheidend welche Randbedingungen zugrunde liegen.

- d. Interessant ist in diesem Zusammenhang das in Japan Verfahren zur Abtrennung der minoren Aktiniden (Np237 mittels superkritischen CO<sub>2</sub> entwickelt wurden. In Südkorea werden elektrolytische Trennverfahren entwickelt.
- e. Die kritische Masse einer Kernspaltungsbombe verhält sich etwa  $1/(\text{Dichte}^{1.8})$ . Demzufolge besteht ein wesentlicher Teil der Atombombentechnik darin den Spaltstoff beim zusammenschießen maximal zu komprimieren.
- f. Rechnerisch lässt sich eine Atombombe gem. (14) bereits mit einer kritischen Masse von 0.2g Pu und einem Tamper von 1.2g LiD bauen, sofern man die Massen mit einer elektromagnetischen Kanone mit 100Km/s Geschwindigkeit zusammenschiesst.
- g. Man kann sich einen Entwurf mit einer geringen Masse, kleiner 2.5 Kg vorstellen, die man als Hohlkugel mit sehr geringer Wandstärke giesst. Dadurch erhält man eine große Oberfläche die die Wärme gut abführt und durch die erzielbaren hohe Kompressionsgeschwindigkeiten lässt sich die Gefahr der Frühzündung minimieren. Andererseits – sofern man je versucht hat einen Ball gleichmässig zusammenzudrücken – steigt die Gefahr einer ungleichmässigen Komprimierung. Insgesamt ergibt sich ein hohes Risiko einer Fehlfunktion.
- h. Frühzündung  
Nach der Zündung des konventionellen Sprengstoffs implodiert der Plutoniumkern. Die Dichte und damit die Kritikalität der Anordnung nimmt zu. Idealerweise wird die Kettenreaktion bei Erreichen der max. Verdichtung durch eine Neutronenquelle ausgelöst. Häufig beträgt die Kritikalität K dann ca. 1.6 – 1.8. Die Zeit zwischen Erreichen einer Kritikalität von 1 bis zum Erreichen der max. Kritikalität kann z.B. 2µs betragen. Wenn die Kettenreaktion, 400 – 500ns, in diesem Zeitraum ausgelöst wird spricht man von Frühzündung.

#### Abschätzung Neutronenemissionen durch Spontanspaltungen

Nuklid	Neutron emission	Share	Share2*	Total Neutrons		Total Neutrons2*	
	n/g-s (16)	%	%	in 2.5Kg	n/s	in 2.5 Kg	n/s
Pu238	2.59E+03	2.3	2.3	148925		148925	
Pu239	1.61E-02	49.8	50	20		20	
Pu240	1.03E+03	25.9	26	664350		669500	
Pu241	2.06E-03	8.4	8.4	0		0	
Pu242	1.72E+03	2.3	2.3	98900		98900	
Am241	1.14E+00	0.2	0.001	6		0	
Cm242	1.98E+07	0.05	0.00025	24750000		123750	
Cm244	1.1E+07	0.05	0.00025	13750000		68750	
Bk249	1 E+05	0.00001	0.00005	negligible			
Cf252	2.3 E+12	0.00001	0.00000005	5.75 E+8		2.875 E+6	
<b>Summe</b>				<b>5.75 E+8</b>		<b>3.98 E+6</b>	

\*Abtrennung der höheren Transurane Np, Am, Cm mittels DIAMEX Verfahren

Cm242 entsteht aus dem Beta Zerfall von Am242 und zerfällt zu Pu238 durch Alpha Zerfall.

Cm244 entsteht aus dem Beta Zerfall von Am244

Cf252 HWZ 2.6 Jahre

Prof. Seifritz nannte im Buch Nukleare Sprengkörper einen Neutronenhintergrund von 8 Mio. n/s. Seifritz schrieb dieses Buch Anfang der 80er Jahre. Seinerzeit lagen die Abbrände bei 25 – 30 MWd/Kg, das DIAMEX Verfahren war noch nicht veröffentlicht.

Die Verdichtungszeit einer hoch entwickelten Bombe könnte ca. 2ys betragen. Mit Abtrennung von 99.5% der höheren Aktiniden ist eine Frühzündung wahrscheinlich, ohne Abtrennung der höheren Aktiniden ist diese gewiss.

- i. Abschätzung Wärmeentwicklung durch den radioaktiven Zerfall von Plutonium

$$Q \text{ (W/kg)} = (\% \text{Pu-238}) * 5.67 + (\% \text{Pu-239}) * 0.019 + (\% \text{Pu-240}) * 0.07 + (\% \text{Pu-241}) * 0.034 + (\% \text{Pu-242}) * 0.0015 + (\% \text{Am-241}) * 1.06$$

## Quellen

1. Kernenergie u. Kerntechnik, Lothar Luescher, Kapitel 4.2.3
2. By Linda McCaffery, The History of the B-29 Superfortress S.3
3. <http://www.worldtribune.com/worldtribune/05/front2453606.226388889.html> Needed: A  
Manhattan Project for oil  
Ed Koch SPECIAL TO WORLD TRIBUNE.COM Tuesday, August 23, 2005
4. <http://www.fzk.de/fzk/idcplg?IdcService=FZK&node=4185> (Homepage FZ Karlsruhe)
5. [http://www.urencogroup.com/Content/45/Urenco-Deutschland-\(Gronau\).aspx](http://www.urencogroup.com/Content/45/Urenco-Deutschland-(Gronau).aspx) Homepage Urenco Groningen
6. <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,867184-2,00.html> Time magazine Oct. 29, 1956 S2
7. <http://nuclearweaponarchive.org/Nwfaq/Nfaq4-1.html#Nfaq4.1.6.2>
8. Waffen u. Geheimwaffen, Band 1 S14, Fritz Hahn, Bernhard & Graefe Verlag 1992
9. Quellenangabe auf Anfrage
10. Atom Museum Haigerloch, Stadtverwaltung Haigerloch, 1. Auflage 1982  
S. 162 FR2 v. W. Häfele u. K. Wirtz..  
S. 138 Der Traum v. der Deutschen Atombombe v. David Irving. Es wird erwähnt das die Herstellung v. Scheren Wasser v. Norsk Hydro sehr unwirtschaftlich betrieben wurde. Es bedurfte 100 KWh um 1g D2O herzustellen.  
S. Aus Erinnerungen v. Albert Speer ..Im Sommer 1943 wurden die 1200to Uranvorräte zur Verarbeitung zu panzerbrechender Munition freigegeben, da der Gedanke an eine Produktion von Atombomben aufgegeben war.
11. ACR-1000 Technical Summary www.aecl.ca , AECL 2007, S13, Zugriff am 30.06.09 Candu -6 D2O Inventar 457to
12. Die Wirkungen von Kernwaffen, Deutsche Bearbeitung Hermann Leutz, Herausgeber Samuel Glasstone, basierend auf Ausarbeitungen des US Verteidigungsministeriums, Carl Heymanns Verlag KG, 1964. S. 524, S538.
13. .
14. Nukleare Sprengkörper, Prof. Dr. Seifritz, Verlag Karl Thiemig AG München. S78-80. 1984 ISBN 3-521-06143-4  
*Im dem Buch werden einige nukleare Sprengkörperkonzepte physikalisch, technisch erläutert.*
15. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/spontaneous-fission> (Zugriff 09.11.2022)
16. Update of the nuclear data for the neutron emissions for actinides of interest in safeguards S. Simakov, M. Verpelli, N. Otsuka Nuclear Data Section, IAEA, 1. Spontaneous Fission Neutron Yields, 1991  
[https://www-nds.iaea.org/sgnucdat/SF\\_n-Yield\\_20150313.pdf](https://www-nds.iaea.org/sgnucdat/SF_n-Yield_20150313.pdf)