

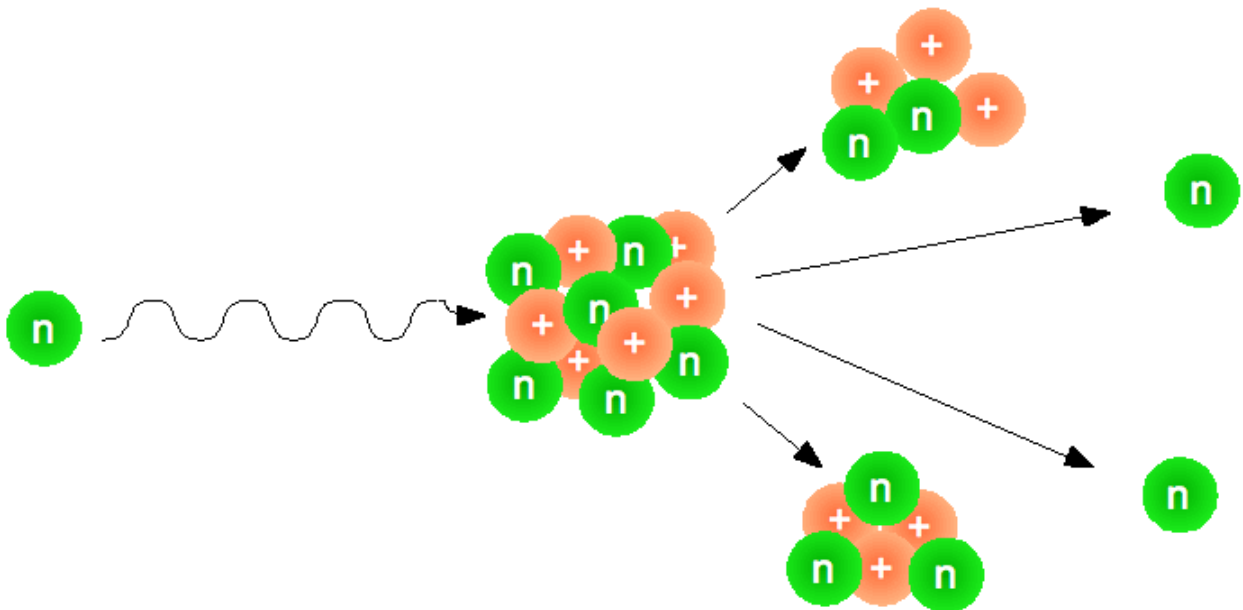
Nicht zivile Nutzung der Kernenergie unter technischen und kritischen Gesichtspunkten

von Cornelius Poth

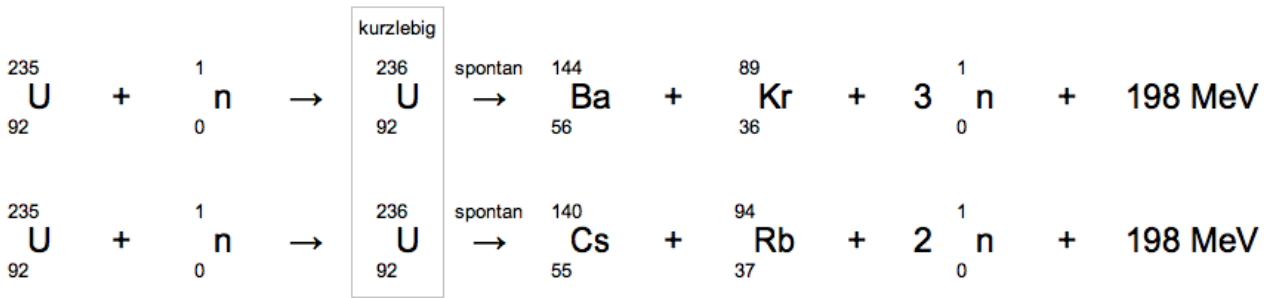
1. Der Atomkern

- Der Atomkern besteht aus Protonen und Neutronen, die durch so genannte Kernkräfte zusammengehalten werden.
- Diese Kernkräfte wirken nur auf einer sehr kurzen Entfernung (im Bereich von $10^{-15}\text{m} \triangleq 1\text{fm}$) und sind stärker als die abstoßenden elektrostatischen Kräfte der Protonen gegeneinander.
- Ab einer bestimmten Anzahl an Protonen u. Neutronen wird der Kern jedoch so groß, dass die Kernkräfte nicht mehr gut wirken können. Rechnerisch kann es ab einer Massezahl von 140 zu α -Zerfällen kommen und ab 230 zu spontanen Spaltungen. Entscheidend ist das Verhältnis Protonen zu Neutronen.

2. Spaltung mit Hilfe von thermischen Neutronen



- Wird ein Neutron in einen großen Atomkern „geschossen“ wird dieser noch instabiler und kann sich spontan spalten
- Bei dieser Spaltung entstehen unterschiedliche Produkte (andere Atomkerne) und es werden mehrere Neutronen frei, die ggf. wieder neue Kerne zur Spaltung bringen können.
- ^{235}U lässt sich gut mit Hilfe von thermischen Neutronen (Kinetische Energie bei Raumtemperatur ca. $0,025\text{ eV}$) spalten, dabei entstehen mehrere neue Ausgangsstoffe die sich vorher nicht genau benennen lassen. Zusätzlich entstehen neue freie Neutronen und eine große Menge thermischer Energie. (Die beiden Reaktionsgleichungen zeigen nur Beispielprodukte)



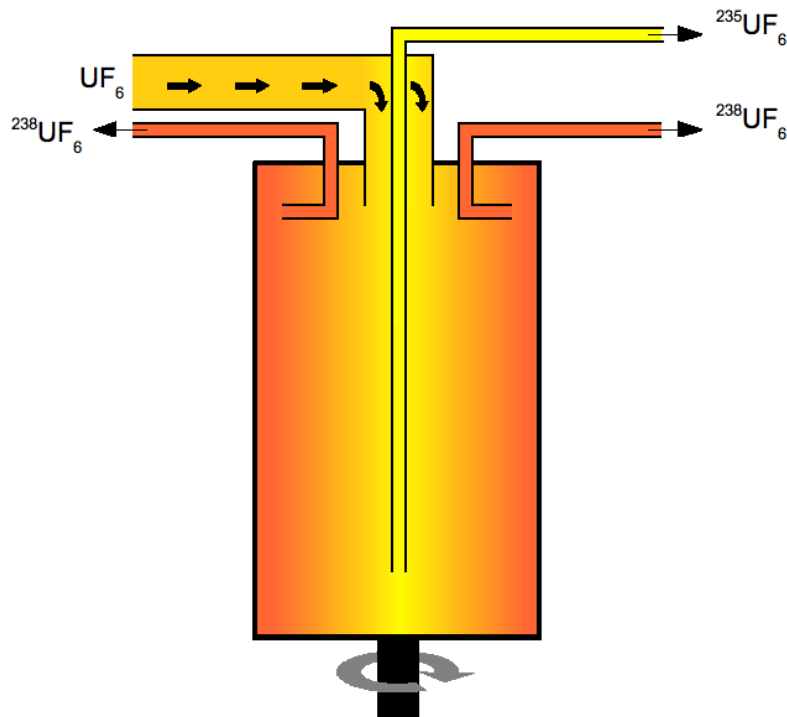
3. Kritische Masse

- Bei einer Spaltung von z. B. ${}^{235}\text{U}$ werden neue Neutronen frei, die auf weitere Atomkerne treffen und diese zur Spaltung anregen
- Desto mehr spaltbare Kerne „in der Nähe“ sind, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein frei werdendes Neutron wieder auf einen spaltbaren Kern trifft und diesen zur Spaltung bringt
- Als kritische Masse bezeichnet man die Menge eines Stoffes die zusammengetragen sein muss, damit die Wahrscheinlichkeit, dass frei werdende Neutronen neue Kerne zur Spaltung anregen die dann wiederum neue Neutronen freisetzen, so dass es zu einer Kettenreaktion kommt.

4. Anreicherung von Uran

- Natururan besteht aus:
 - 99,3% ${}^{238}\text{U}$
 - 0,7% ${}^{235}\text{U}$

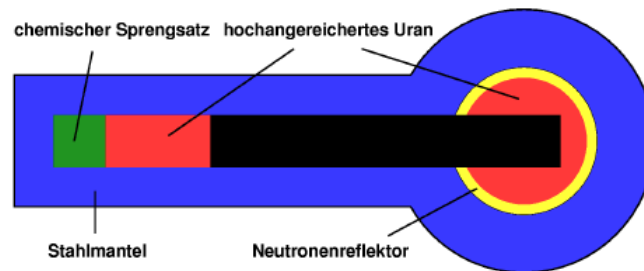
jedoch ist nur ${}^{235}\text{U}$ spaltbar. Es muss also möglichst viel ${}^{235}\text{U}$ aus Natururan extrahiert werden, was man als Anreicherung von Uran bezeichnet.



- Das Zentrifugalverfahren hat sich als das effektivste herauskristallisiert (auf Grund von Energieaufwand und Kosten). Chemische Verfahren sind kaum möglich, da sich die beiden Isotope in ihren Eigenschaften (z. B. Siedepunkt, Fähigkeit sich mit

- anderen Stoffen zu verbinden, etc.) kaum unterscheiden.
- ...dabei wird zunächst UF_6 (Uranhexafluorid) gebildet und anschließend in eine Zentrifuge eingeleitet (siehe Bild)
- Durch den Massenunterschied der beiden Uranisotope wird mehr $^{238}\text{UF}_6$ nach außen bewegt und mehr $^{235}\text{UF}_6$ verbleibt im Zentrum der Zentrifuge, jedoch ist die Differenz sehr gering und der Vorgang muss mehrere hundert mal wiederholt werden um eine Anreicherung von 80-90% zu erreichen, die benötigt wird für den Bombenbau. Die Anreicherung pro Zentrifuge liegt im Zehntel-Prozent Bereich.
- Die Drehzahl der Zentrifugen liegt bei $> 90.000 \text{ U/min}$

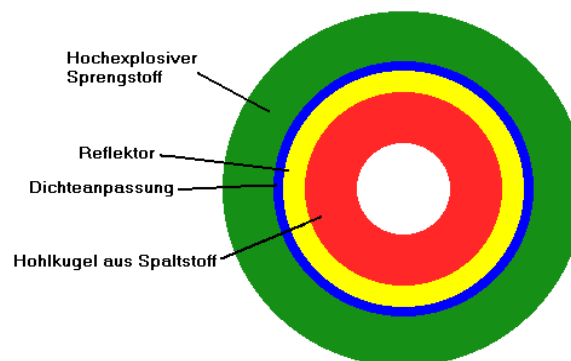
5. Bombenbau nach dem Gun-Design



Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Kernwaffentechnik>

- Beim Zünden werden mit Hilfe eines Chemischen Sprengstoffes zwei unkritische Massen zusammengebracht, die dann in der Summe eine überkritische Masse ergeben
- Die erste Atombombe im Kriegseinsatz (geworfen von den USA gegen Japan in Hiroshima 6. Aug. 1945, genannt „Little Boy“, Spaltmaterial: ^{235}U) funktionierte nach diesem System

6. Bombenbau nach dem Implosionsprinzip



Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Implosionsbombe3.png>

- Um eine Kugel mit einer gerade noch unkritischen Masse Spaltmaterial herum angebrachter chemischer Sprengstoff wird gezündet, so dass sich kurzzeitig die Dichte der Kugel erhöht und die kritische Masse erreicht wird.
- Die zweite Bombe im Kriegseinsatz funktionierte nach diesem System (geworfen von den USA gegen Japan in Nagasaki 9. Aug. 1945, genannt „Fat Man“, Spaltmaterial: ^{239}Pu)
- Alle aktuellen Bomben werden nach diesem System gebaut, da sie schneller zündet und mehr Material verwendet werden kann. Außerdem ist die Menge des Materials, das tatsächlich gespalten wird größer.