Wie kommen wir zu einer dauerhaft unterkritischen Endlagerung ? Pu Anteil !

Auf 4 Reaktionen im Reaktor kommen 3 Kernspaltungen, und 1 Neutronen-Einfang, der zur Plutonium-Bildung führt – hat mal jemand so geschrieben - zur Entstehung des Plutoniums.

Tatsache ist, dass die zivile Nutzung der Kernenergie, in Leistungs-Reaktoren zur Stromerzeugung permanent auch Plutonium mit-produziert hat. Plutonium gehört zu den neu entstandenen Elementen die im Atommüll enthalten sind. Hier mal in Gramm pro Kg Abfall :

Tab. 10-3 Spaltstoffinventare in den betrachteten Abfällen Quelle GRS

Abfall	Verpackung	Uran-Gehalt	Pu-Gehalt
Verglaste HAW Konzentrate aus der WAA Kokillen	150 l Behälter 450 kg pro Kanister	12.5 g pro kg HAW Glas	0.3 g pro kg HAW-Glas
Abgebrannte UOX LWR BE	BSK 3 Verpackung ist dummer Quatsch	936 g pro kg UO_2	11.2 g pro kg UO_2
Abgebrannte MOX LWR BE		926 g pro kg MOX	40.3 g pro kg MOX

DBHD Materialien

Aussagefähige Tabelle aus einem Gutachten der GRS, das die Plutonium Anteile in den DE Nuklear Abfällen auf die 3 wesentlichen Abfall-Typen bezogen ganz differenziert ausweist.

Uran-Oxid Brennelemente enthalten 11,2 g PU pro 1 kg UO2

Man rechnet also : 11,2 g : 1000 x 10.000 = **112 kg PU pro 10 T. Castor**

Ein Castor der 10 Tonnen Uran-Oxid Brennelemente enthält, enthält ca. 112 kg Plutonium

Die kritische Masse für Plutonium liegt bei 21 kg (nur innerhalb eines Bomben-Layouts)

Es sind niemals genau 10 Tonnen Inventar im Castor – es kann auch etwas mehr sein ...

Misch-Oxid Brennelemente enthalten 40,3 g PU pro 1 kg MOX

Man rechnet also : 40,3 g :1.000 x 10.000 kg = **403 Kg PU pro 10 T. Castor**

Ein Castor der 10 Tonnen Misch-Oxid-Brennelemente enthält, enthält ca. 403 kg Plutonium

Die kritische Masse für Plutonium liegt bei 21 kg – (nur innerhalb eines Bomben-Layouts) MOX BE machen so in etwa 10 % der gesamten Brennstäbe aus Leistungs-Reaktoren aus.

Das ist bei 2.047 Castoren die Deutschland endzulagern hat welche Menge an Plutonium ?

UOX	Bestand 9.460 Tonnen	11,2 kg PU / T. UOX	106 Tonnen PU
MOX	Bestand 985 Tonnen	40,3 kg PU/ T. MOX	40 Tonnen PU
WAA	Bestand 7.973 Tonnen ?	3,0 kg PU / T. WAA	4 Tonnen PU
(Kokillen wiegen 150 kg / Stück)			
Sonstige Brennelemente aus 50 J. Versuchs-R-			50 Tonnen PU

Summe Plutonium im Deutschen Atommüll **200 Tonnen PU**

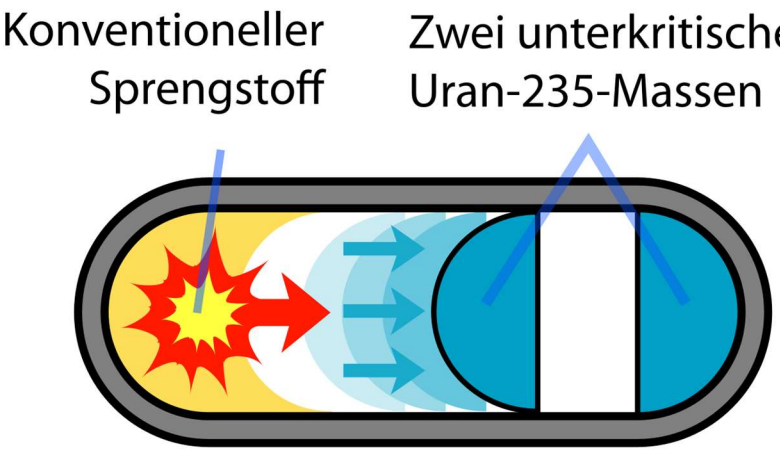
Die errechnete Summe ist mit Sicherheit ungenau, aber 200 Tonnen Plutonium in der Endlagerung, das sind 200.000 kg - und die kritische Masse liegt bei 21 kg !!!!!

Glücklicherweise ist das Plutonium im Castor sehr GLEICHMÄSSIG in den Brennstäben und Kokillen verteilt. - Solange das so gleichmässig verteilt bleibt, kommt es nicht zur kritischen PU Masse. Ein Blei-Verguss kann die gleichmässige Verteilung ewig erhalten.

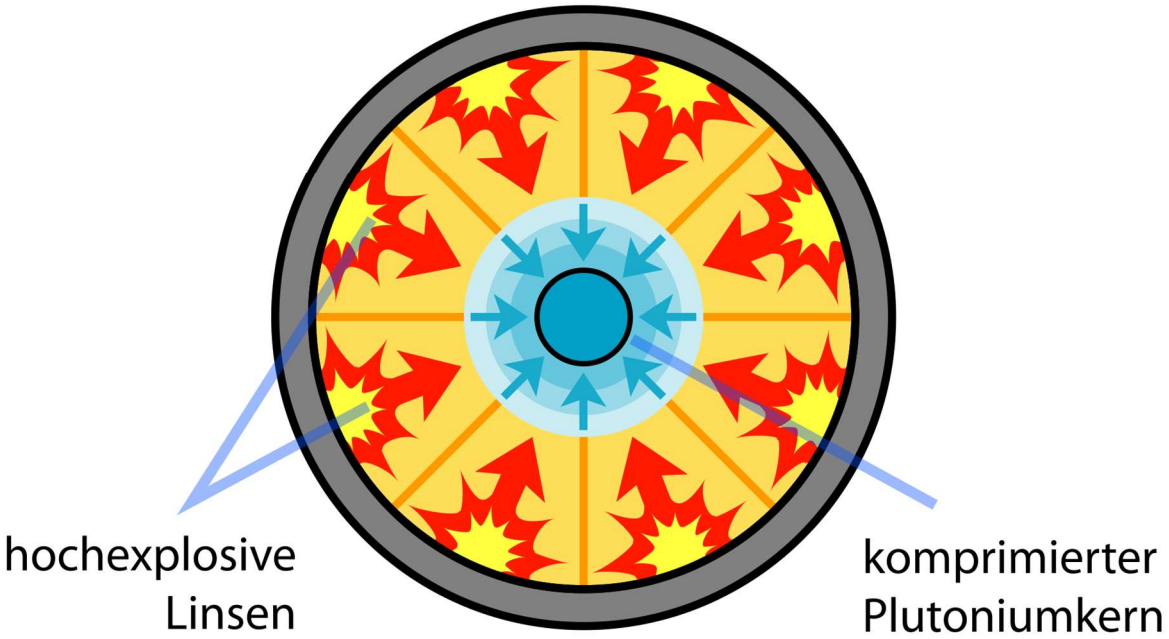
Legt man einen Castor nackt ins Salz, ist er irgendwann völlig korrodiert, und der Berg drückt das Inventar gleichmässig zusammen, weil ein befüllter Castor viel Luft enthält. Da kann man dann schon mal überlegen, ob das dann faktisch eine Atom-Bombe ist ? Über Hiroshima und Nagasaki wurden Atombomben gezündet, indem man mit einer klassischen Sprengung zwei Mengen von Plutonium „aufeinander getrieben hat“, die zusammen eine kritische Masse hatten, und sich in einer Nuklear-Explosion entluden.

Dabei hat man unendliches Leid über die Menschen gebracht und Ihre Städte zerstört.

Bevor wir uns den Bau-Prinzipien von Bomben widmen. – DBHD will die Castoren mit Blei vergiessen, um die gleichmässige PU Verteilung ewiglich im Endlager zu erhalten. DBHD will die Castoren «allseitig und fugenlos in Beton-Pellets vergiessen», um damit die Korrosion der Castoren wesentlich zu verlangsamen. Also kein Direkt-Kontakt zum Steinsalz. Die Beton-Pellets können dem Bergdruck auch sehr langfristig widerstehen. Aber PU ist nahezu ewig – PU ändert seine Eigenschaften die Decay Kette hinunter nur extrem langsam. – Wir müssen also leider auch ein «Bomben-Szenario» prüfen.

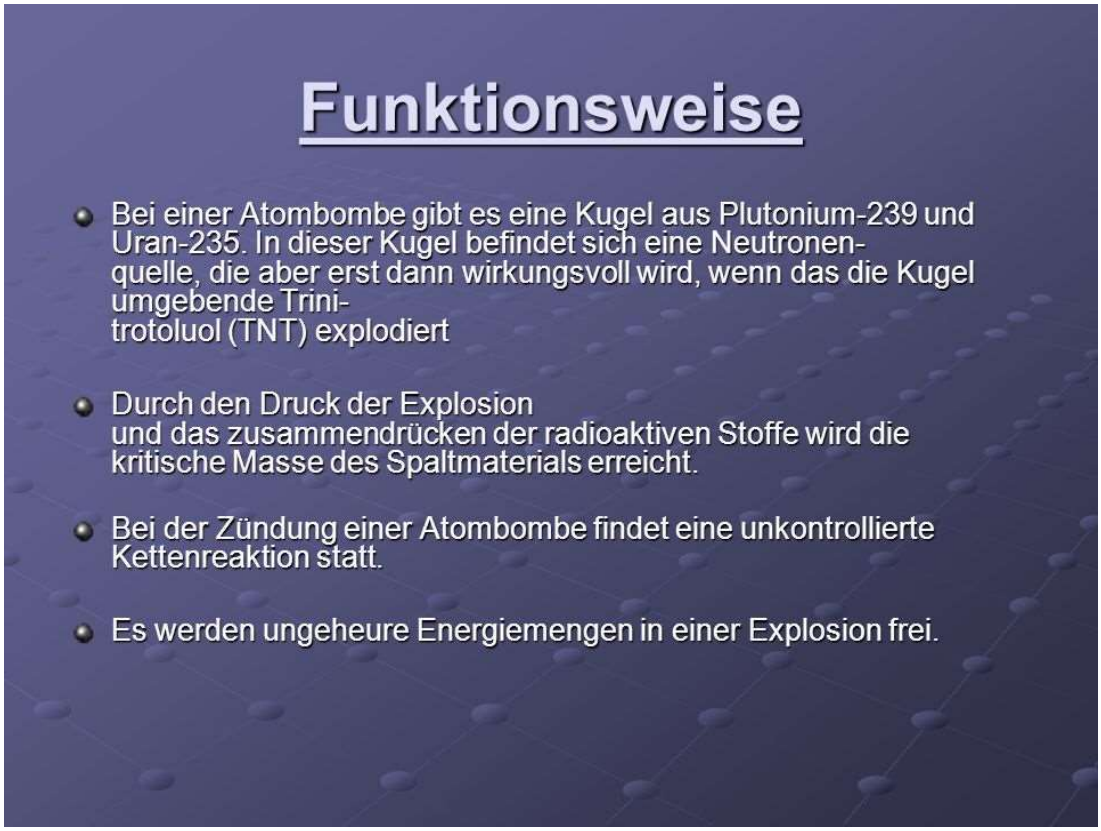


Zusammenfügung durch eine einseitig angebrachte Sprengladung ("Gun-Design")



Zusammenfügung durch Implosion

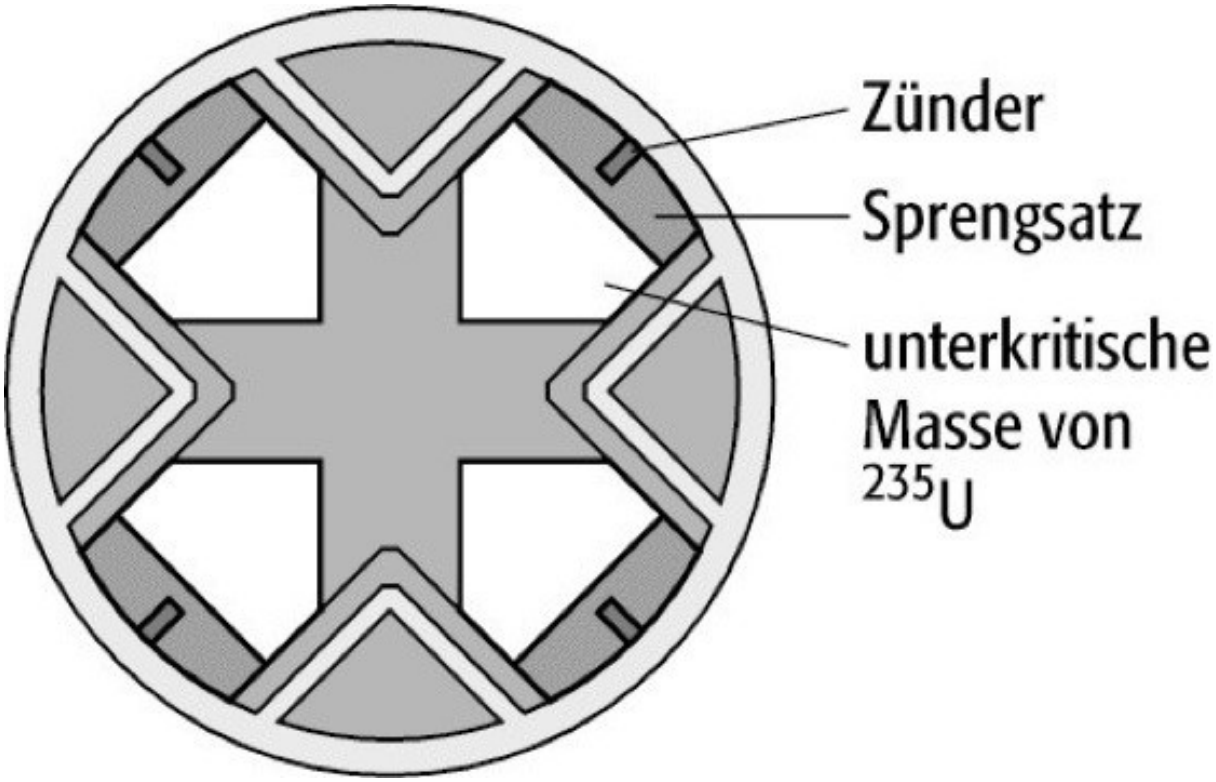
In der Endlagerung geht es darum, die Castoren, oder andere Behälter die einen hohen Anteil von Plutonium enthalten, für ewige Zeiten so zu lagern, dass ein unterkritischer Zustand gewahrt bleibt. Also auch im Fall der Voll-Korrosion und allseitigen Bergdruck.



Der Verguss der Castoren in Beton-Pellets ist dabei ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. Die notwendige Dauer-Sicherheit entsteht aber erst, wenn man die Castoren mit Blei ausgiesst, um dauerhaft die Abstände zwischen den einzelnen Brennstäben, und Brennstab-Bündeln zu garantieren. - Blei hat einen Schmelzpunkt von + 327 °C. Hier kommen : ein relativ niedriger Schmelzpunkt, und eine sehr sehr dünn-flüssige Schmelze zusammen. Man kann mit Brause-Brennern den ganzen Castor auf 350 °C aufheizen, damit die Schmelze auch noch die untersten und letzten Ecken erreicht !

Der ursprüngliche Plan mit Magnetit zu vergiessen würde nicht funktionieren, weil der Schmelzpunkt von Magnetit mit + 1.597 °C zu hoch ist um die letzten Winkel im Castor zu erreichen. (Der alte Plan von der GNS wird also NICHT umsetzbar sein !)

Man kann die Deckel der Castoren robotisch mit dem Kuka Titan Roboter unter remote Steuerung öffnen, man kann Blei-Klümpchen hineinschütten, man kann auch eine Blei-Schmelze rein-giessen. Dicht-Flächen säubern, Deckel wieder aufschrauben. Dabei ist mit einer Teil-Freisetzung v. IOD 129 zu rechnen, weil nicht alle Zirkaloy-Hüllröhrchen noch dicht sind. – Dafür braucht man eine bauliche Anlage. – Eine «Verguss-Halle» !

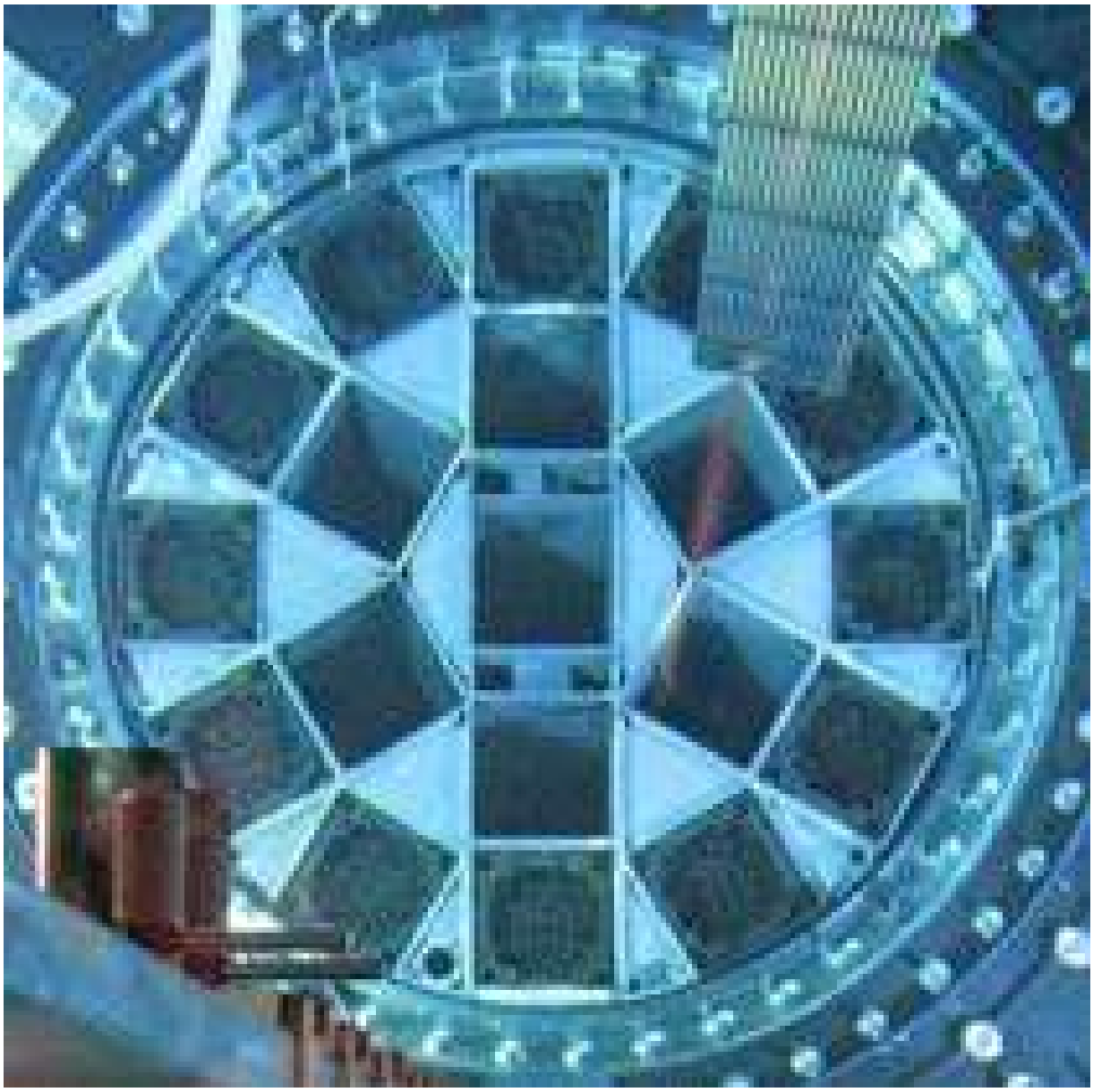


Um beladene Castoren zu öffnen und mit Blei zu vergiessen muss man die Deckel aufschrauben, und schon kommt einem jede Menge harte Gamma-Strahlung und Hitze und eine ganze Reihe von Gasen aus den Brennstäben entgegen. So etwas kann nur ein ferngesteuerter Roboter tun ! - Würden Menschen das versuchen, wären die in wenigen Minuten tot, sämtliche Zellen zerstört und nur ein Fleck bleibt dann übrig ...

Original Bild : Castor Beladung unter Wasser

Man muss mit dem Roboter Löcher in die Deck-Bleche der Köcher-Struktur bohren, um die Blei-Schmelze auch zwischen die Brennstab-Bündel giessen zu können. - Wenn diese Deckbleche aber auch in Abständen bis nach unten eingeschweisst wurden, ist das schon kaum mehr möglich. Ing. Goebel bittet die GNS hier um vernünftige Schnitt-Zeichnungen.

Der Ausschnitt aus dem Original Bild zeigt die Köcher-Struktur, und die vorh. Abstände ...



Nach dem Verguss der dreieckigen Räume zwischen den Bündeln müssen die Dichtflächen vom Roboter gesäubert werden, was gar nicht so einfach ist, weil die Gewinde alle raus-stehen, und ein überfräsen damit ausscheidet. Man muss also vor dem Magnetit-Verguss einen Schutz-Ring aufschrauben, um die Dichtflächen zu schützen – das kann ein Roboter.

KUKA

Manual robot control

Kuka Roboter mit festen Programmabläufen, aber auch mit manuellem Remote Control werden in der Verpackung von leicht- und mittelradioaktiven Abfallstoffen schon länger eingesetzt. Das öffnen und schliessen von Castoren ist ein nächster Entwicklungsschritt.

KUKA

Lid bolting / unbolting

Ing. Goebel hat schon mal eine «Umpack-Halle» für den Entladung von Castoren und das umpacken in kleinere Endlager-Behälter konstruiert. – Und dann packt der Kuka Roboter das Brennstab-Bündel am Griff – und zieht nur die Hälfte raus – der Rest hat sich verkeilt, oder die 0,5 mm dicken Zirkaloy Röhrchen halten den zum Teil 40 Jahren alten, ständig bestrahlten Schwermetall-Müll nicht mehr zusammen. Wer ein halbes Brennstabbündel herausgezogen hat, der hat ein kaum noch lösbares Problem. Beginn einer Verteilung …

>>> Ein Blei Verguss hingegen, ist deutlich schon eher als sicher machbar einzuschätzen !

Eine Verguss-Halle ist im Wesentlichen eine Abluft-Anlage, um erstmal den Roboter vor der Hitze zu schützen. Der besteht aus Metall, Elektrik und Hydraulik, der kann was ab, aber er muss direkt in einer Abluft-Strömung stehen, um die Hitze der Brenn-Elemente und die Hitze des erwärmten Castors und die Hitze der Verguss-Schmelze vom Roboter fernzuhalten. Das ist baulich machbar. Man kann den Roboter, der auf einer Plattform steht, auch mal 3 Meter zur Seite fahren, und nur den langen Arm arbeiten lassen. Wir werden einige Kuka-Titan Roboter zerstören, bevor der Blei-Verguss einwandfrei läuft. Die Roboter sind als Einheiten zu konzipieren. Unter Vollschutz mit dem Stapler rein, Roboter hochheben, Anschlüsse lösen und wieder rausfahren. - Das Wechseln einer Roboter Einheit macht das Dosimeter eines Menschen voll ? Nur 1 Einsatz pro Mann ? Die Grenze einer «zumutbaren Arbeit» ist hier schon fast erreicht, oder schon etwas überschritten ? – Die Männer werden 100.000 EUR für diesen 10 min Job verlangen !

Die Verguss-Halle muss man nach 2.047 Castor-Vergüssen verbuddeln. Die kann man vermutlich nicht mehr dekontaminieren. – Während des Vergiessens wird die TA Luft ständig überschritten werden ! Sonder-Erlaubnis für Umwelt-Verschmutzung notw. !

Also Umpacken ist eigentlich nicht möglich !!! – Blei-Verguss ist die Grenze des Machbaren, und auch nur dann, wenn uns nichts Besseres einfällt, um mit dem Plutonium Anteil im HLW Atommüll noch besser umzugehen. Ich wünschte es gäbe eine Bessere Möglichkeit – aber die 200 Tonnen Plutonium sind nun mal drin in den 18.418 Tonnen hoch radioaktiver Reststoffe – und die kritische Masse liegt bei 21 kg für Plutonium ! Jede Lagerung im Berg - führt über die lange Zeitachse zu «Bergdruck auf Atommüll.» Wir wollen doch ganz ganz sicher sein, dass da nichts irgendwann explodieren kann.