

# Atommüll ein (ökologisches) Problem

geschrieben von Horst Trummer | 3. April 2012

..Letzteres ist allerdings teuer und würde den Preis des umweltfreundlichen Stroms signifikant erhöhen. Ein Verschwinden des Atommülls würde andererseits keinen Gegner der Atomenergie von seinem Glauben abbringen. Es gibt analog der chemotoxischen Abfälle zahlreiche Wege den anfallenden Atommüll zu entsorgen. Der heutzutage am häufigsten gegangene Weg ist es diese Abfälle in geologisch sicheren Formationen in Salz, Ton, oder Granit zu lagern. Der Artikel geht auch auf die Alternativen, wie das Lagern in der Wüste, im Meer, oder im ewigen Eis, ein. Verfahren die eleganter und günstiger sind.(sehen Sie

hier die  Vollversion des nebenstehenden offenen Briefes)

## Einleitung

**Derzeit werden  
jährlich 200.000  
to Arsen, Zyanid,  
Dioxin und  
Furanhaltiger**

**Giftmüll im  
ehemaligen  
Kalisalzbergwerk  
Herfa-Neurode  
eingelagert (14) .  
Große Mengen  
giftiger  
Filterstäube, z.B.  
aus  
Kohlekraftwerken,  
werden als  
Bergversatz in**

**Kohlezechen  
endgelagert (13).  
Filterstäube und  
Kohleasche können  
neben diversen  
Giften auch bis zu  
200ppm Uran  
enthalten. In  
China ist die  
Urangewinnung aus  
den  
Hinterlassenschaft**

**en mehrerer  
Kohlekraftwerke  
geplant. (4)  
*Langfristig, d. h.  
in der  
Nachbetriebsphase  
ist das  
Gefährdungs-  
Potenzial der  
radioaktiven  
Abfälle bzw.  
Endlager niedriger***

***als das der  
chemotoxischen  
Abfälle bzw. einer  
UTD***

***(Untertagedeponie)***

***.... Es besteht  
eine Diskrepanz  
zwischen dem  
tatsächlichen  
Risiko und der  
Risikowahrnehmung  
in der***

***Öffentlichkeit.***

***Aus***

***Strahlenschutzpraxis (15)***



**Es ist nur  
ökologisch  
(*irrational*) zu  
erklären, warum**

**der Atommüll ein  
derartiges  
mediales Aufsehen  
genießt.**

**Ausgerechnet die  
geringen Mengen an  
Atommüll werden  
seitens der  
Ökologen als  
unlösbares Problem  
(wobei Sie  
*mögliche Lösungen***

***blockieren*),**

**dargestellt.**

**Nüchtern**

**betrachtet ist die**

**Müllentsorgung ein**

**Vorteil für die**

**Kernenergie.**

**Aufgrund der**

**enormen**

**Energiedichte des**

**Brennstoffs ist**

**das Müllproblem**

**wesentlich  
geringer als bei  
Kohle, Wind und  
Sonne.**

**1. Anfall  
hochradioakt  
iver Abfälle**

# **in Kernkraftwer ken**

**Ein typisches  
Leichtwasserkernkr  
aftwerk, ein  
Druckwasserreaktor  
, ist mit etwa 100  
to leicht  
angereicherten**

**Uran (*Oxid*)  
beladen. Die  
Spaltung von 1g  
<sup>235</sup>Uran erzeugt  
ca. 22000 KWh  
entsprechend der  
Verbrennung von  
2700 kg Kohle(2).  
In einem Jahr  
erzeugt ein  
derartiges  
Kraftwerk bei 33%**

**Wirkungsgrad**

**10.000 GWh Strom.**

**Dabei wird 1100 kg**

**Uran und im**

**Reaktor erbrütetes**

**Plutonium**

**gespalten. Jeweils**

**nach einem Jahr**

**wird z.B. knapp**

**1/4 des**

**Brennstoffs**

***(Abbrand 50,55***

***MWd/kg)***

**ausgetauscht. Die  
Zusammensetzung  
des ausgetauschten  
Brennstoffs\* kann  
wie folgt  
aussehen:**

Als  
Brennstoff  
nutzbar

**20,9 to Uran,  
entsprechend 23,6**

**to Uranoxid,  
Isotopenzusammense-  
tzung z.B. 0,68%  
U235, 0,58% U236,  
Spuren U234, Rest  
238U\***

**240 Kg Plutonium,  
entsprechend 272  
Kg Plutoniumoxid,  
Zusammensetzung:  
3% Pu238, 50%  
Pu239, 26% Pu 240,**

**13% Pu241 u. 8%  
Pu242\***

Atomuell  
teilweise  
nutzbar

**1100 Kg  
Spaltprodukte  
incl. Sauerstoff  
(Oxide) davon  
830 Kg Stabile  
Spaltprodukte,  
z.B. 24 Kg**

**Molybdän 95 (*Keine  
Radioaktivität*)**

**39 Kg Caesium137,**

**Halbwertszeit**

**30,2J, Strontium90**

**Halbwertszeit**

**28,1J, Jod**

**24 Kg Technetium,**

**30 Kg langlebige**

**Spaltprodukte**

Als  
Brennstoff  
in Brütern  
nutzbar

**29 Kg Transurane  
(Minore *Actinide*),  
davon. 15,5 Kg  
Neptunium Np237,  
7,4 Kg Americium  
Am 241, 5,6Kg Am  
243, Curium \*(Mit  
schnellen  
Neutronen  
spaltbar, bzw. in  
schnellen Brütern  
nutzbar)**

**\*Gem. einer ICP-MS  
Analyse Mittelwert  
mehrerer  
Brennstäbe aus  
einem  
Druckwasserreaktor  
, mit 4%  
Anfangsanreicherung  
und 50,55  
MWd/Kg mittlerer  
Abbrand  
Zu dem oben**

**genannten  
hochradioaktiven  
Abfall kommen 50  
m<sup>3</sup> (*konditioniert*)  
leicht u. mittel-  
radioaktive  
Abfälle, wie  
gebrauchte Kittel,  
Handschuhe, aber  
auch 9to  
(Erläuterung e)  
Strukturmaterial,**

**in erster Linie  
Brennstabhüllen,  
hinzu.**

**2.**

**Reduzierung  
des  
Atommülls**

**durch  
weitere  
Nutzung als  
Kernbrennstoff**



**Eine sehr elegante  
Möglichkeit mehr  
Energie aus dem  
Kern-brennstoff,  
bzw. weniger  
Atommüll je  
erzeugter KWh**

**(Ener-gieeinheit)  
zu gewinnen ist  
der DUPIC (Direct  
Use of used PWR  
fuel in CANDU  
reactors) Prozess.  
CANDU (CANadian  
Deuterium Uranium)  
Reaktoren werden  
mit dem wesentlich  
effektiveren  
Schwerwasser**

**moderiert. Dadurch  
kann dieser  
Reaktortyp mit für  
Leichtwasserreakto  
ren bereits  
abgebranntem  
Brennstoff  
betrieben werden.  
Candu Reaktoren  
sind in Kanada,  
Indien, Rumänien,  
Korea und China im**

**Einsatz. Der  
Abbrand der  
Brennstäbe erhöht  
sich um etwa 20%,  
oder 10 – 12  
MWd/Kg. Hierzu  
müssen die  
hochradioaktiven  
Brennelemente in  
einer geeigneten  
Anlage auf die  
Brennstoffkonfigur**

**ation des CANDU  
Reaktors  
konvertiert  
werden**

**(Erläuterung g) .  
Umfangreiche Tests  
dieses Verfahrens  
werden derzeit in  
China und anderen  
Ländern  
durchgeführt (30) .**

**3.**

**Reduzierung**

**des**

**Atommülls**

**durch**

**Wiederaufarb**

# **Leitung** ***(Recycling)***

**Langlebige  
Radioaktive Stoffe  
wie Uran, Thorium  
kommen in der  
Natur häufig vor  
und strahlen nur  
geringfügig.  
Kurzlebige**

**radioaktive Stoffe  
zerfallen  
größtenteils  
bereits im  
Reaktor.**

**Problematisch  
sind, wie man auch  
aus der obigen  
Darstellung  
erkennen kann die  
radioaktiven  
Stoffe mit**

**Halbwertszeiten  
von mehreren  
Jahren bis zu 1  
Mio. Jahre.**

**Plutonium ist sehr  
giftig, radioaktiv  
und hat**

**(z.B.  $^{239}\text{Pu}$ ) eine  
Halbwertszeit von  
24000 Jahren. Das  
bedeutet es ist  
als Abfall sehr**

**schwierig zu  
entsorgen.**

**Andererseits ist  
239Pu ein**

**wertvoller**

**Brennstoff in**

**Kernkraftwerken.**

**Deshalb ist es**

**geboten den**

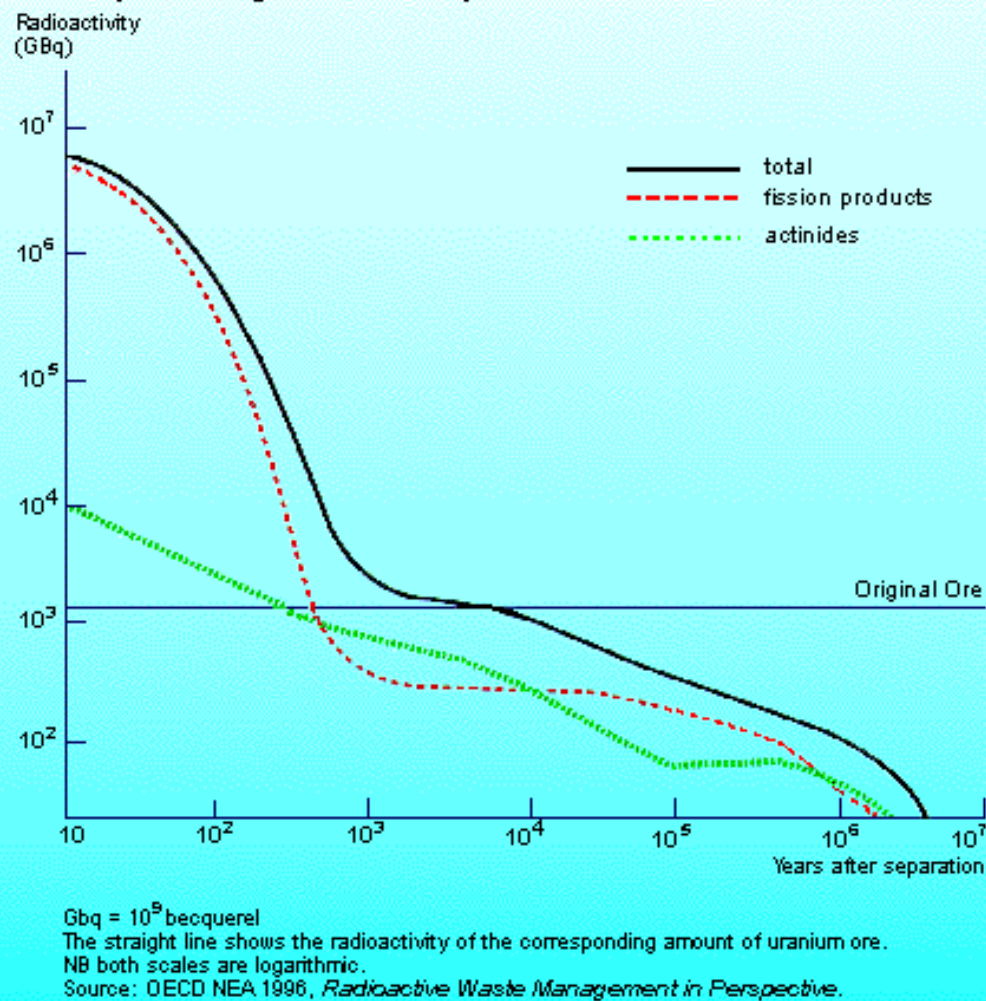
**genutzten**

**Brennstoff wieder**

**aufzuarbeiten. Die**

**abgebrannten  
Brennstäbe  
enthalten etwa 96%  
Uran und  
Plutonium, die  
als wertvolle  
Brennstoffe  
wiederverwertet  
werden können.**

## Decay in radioactivity of high-level waste from reprocessing one tonne of spent PWR fuel



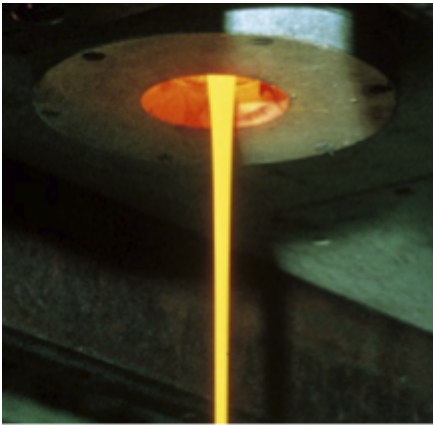
Das Bild zeigt die Radioaktivität abgebrannten Kernbrennstoffs. Es unterscheidet sich von der obigen Analyse.

**Es verbleibt 1100  
Kg  
hochradioaktiver**

**Müll der nach  
einigen  
Jahrhunderten (bei  
Abtrennung der  
Actinide) auf das  
Niveau von  
Natururan  
abgeklungen ist  
und etwa 10m<sup>3</sup>  
Betriebsabfälle  
aus der  
Wiederaufbereitung**

**. In Deutschland  
wurde die  
Wiederaufarbeitung  
von Minister  
Trittin aus  
ökologischen  
(=irrationalen)  
Gründen verboten.  
Ein erheblicher  
Teil der  
Atommüllproblemati  
k beruht auf**

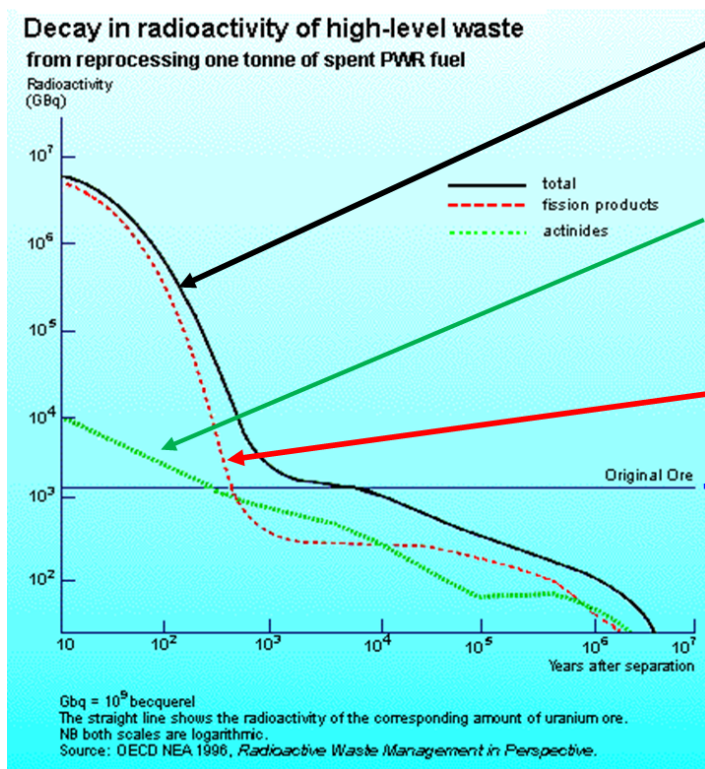
# dieser ökologischen Entscheidung



Die Bilder Links zeigen die Abfüllung einer Mischung aus Borsilikatglas versetzt mit hochradioaktivem Müll in der Wiederaufbereitungsanlage in La Hague, sowie einen der verwendeten Edelstahlbehälter in denen diese Masse eingeschmolzen wird



**Radioaktivität der  
Reststoffe  
aus der  
Wiederaufbereitung**



Gesamt Radioaktivität

Man beachte die Rolle der Transurane (*Actinide*). Bei einer vollständigen Abtrennung derselben ist die Radioaktivität des hochradioaktiven Abfalls nach ein paar Jahrhunderten auf das Niveau von Uranerz abgeklungen.

Spaltprodukte

Zum Vergleich Strahlung von Uranerz

**Man beachte die Rolle der Transurane (*Actinide*). Bei einer vollständigen**

**Abtrennung  
derselben ist die  
Radioaktivität des  
hochradioaktiven  
Abfalls nach ein  
paar Jahrhunderten  
auf das Niveau von  
Uranerz  
abgeklungen.**

# **4. Mögliche Nutzung der verbleibende n Reststoffe aus der Wiederaufber**

# **eitung**

## **4a. Extrahieren und Nutzung der Reststoffe**

**Gem. einer ICP-MS  
Analyse von  
mehreren  
Brennstäben aus  
einem**

**Druckwasserreaktor**

**, 4%**

**Anfangsanreicherung  
und einem**

**mittleren Abbrand  
von 50,55MWd/Kg**

**Abbrand kann man  
auf 25 to**

**Brennstoff**

**bezogen, in dem  
nach der**

**Abtrennung des**

**Urans und  
Plutoniumoxids  
verbleibenden 1100  
kg Restabfall  
folgende  
Spaltprodukte  
erwarten:**

**Rh 103 13,4 kg**

**Rhodium ist eines  
der wertvollsten**

**Elemente der Welt,  
Der Preis beträgt**

**etwa 65.499€/kg  
(19). Neben dem  
103Rh kommt auch  
ein radioaktives  
Rhodium Isotop in  
Spuren vor, das  
jedoch mit einer  
Halbwertszeit von  
39 Tagen bereits  
vor einer  
möglichen  
Wiederaufarbeitung**

**zerfallen ist und  
eine Nutzung nicht  
behindert.**

**Ru 101 25 kg.**

**Ruthenium, Preis  
4540 €/kg (29) ist  
gleichfalls ein  
sehr seltenes  
teures Metall.**

**Durch**

**Verunreinigung mit  
Spuren des**

**radioaktiven  
106Ru, mit einer  
Halbwertszeit von  
373 Tagen, kann  
man dieses erst  
nach einigen  
Jahren nutzen.  
Ag 109 1,4 kg,  
Preis 535 €/kg  
(27) nicht  
radioaktives  
Silber.**

**Sm**

**149, 150, 151, 152.**

**Gilt als seltene  
Erde. 151Sm hat**

**eine Halbwertszeit  
von 90 Jahren und  
verhindert durch  
radioaktive**

**Verunreinigung  
eine Nutzung des  
Samariums.**

**Tc99 24 kg, Preis**

**83.000\$/kg (20)**

**Technetium wird  
dringend als  
Radiopharmaka  
benötigt. Als  
Tracer wird es in  
die Blutbahn  
gespritzt und  
lagert sich in  
schwerzugänglichen  
Organen an  
Krebszellen an.**

**Derzeit wird  
überlegt aufgrund  
der Knappheit  
desselben neue  
spezielle  
Reaktoren zum  
erbrüten dieses  
Isotops zu  
errichten (16). In  
der  
Wiederaufbereitung  
sanlage Sellafield**

**wird das  
anfallende  $^{99}\text{Tc}$   
teils gewonnen.  
Eine Produktion im  
Bereich mehrerer  
to aus der  
Wiederaufbereitung  
abgebrannten  
Kernbrennstoffs  
würde einerseits  
den Preis für  $^{99}\text{Tc}$   
massiv einbrechen**

**lassen,  
andererseits eine  
Behandlung für  
viele Menschen  
erschwinglich  
machen und diesen  
helfen.**

**Sr90 Radioaktiv,  
Strontium wird in  
Radionuklidbatteri  
en als Stromquelle  
genutzt**

**Nd 143, 145, 148  
Gesamtmenge der  
Isotope 54 Kg. Der  
Preis von 68 €/Kg  
(26) bietet  
begrenzten Anreiz  
für eine Nutzung.  
Die Isotope des  
Neodyms sind  
stabil, oder haben  
sehr lange  
Halbwertszeiten im**

**Bereich 1015  
Jahren. Neodym  
wird in  
Hochleistungsmagne  
ten genutzt  
Ein paar weitere  
Isotope können  
z.B. in der  
Messtechnik, zum  
Einsatz kommen.  
Aus den  
Stellitrollen der**

**SWR lassen sich  
60Co**

**Strahlenquellen  
fertigen (1) mit  
denen Gewürze,  
Obst und Gemüse  
haltbarer gemacht  
werden.**

**Russland berechnet  
für die  
Wiederaufbereitung  
abgebrannten**

**Kernbrennstoffs  
aus ausländischen  
Reaktoren, z.B.  
Bulgarien, 620\$/Kg  
(18). In La Hague,  
Frankreich werden  
ausländischen  
Kunden, z.B.  
Italien, 1000 €/kg  
berechnet. (22).  
Gewonnen werden in  
der**

**Wiederaufbereitung  
das Uran und das  
Plutonium. Bei  
einem Pu Gehalt  
des verbrauchten  
Brennstoffs von 1%  
ergibt sich bei  
einem Uranpreis  
von 66 €/Kg, (17)  
und einem Faktor  
von 200 für das  
Reaktorplutonium,**

**10g x 200 = 2 Kg**

**Uran, einen Wert  
für den wieder  
gewonnenen**

**Brennstoffs von**

**etwa 198 €/Kg. Das**

**bedeutet dass die**

**Wirtschaftlichkeit  
der**

**Wiederaufbereitung**

**derzeit von den**

**Kosten der**

**vermiedenen  
Atommüllentsorgung  
abhängt. Die  
Extrahierung  
seltener Elemente  
aus Atommüll  
steckt in den  
Kinderschuh. Die  
Weiterentwicklung  
hin zu einer  
besseren  
Wirtschaftlichkeit**

**und der besseren  
Nutzung aller  
Reststoffe, ist  
unbedingt  
erforderlich um  
die**

**Wiederaufbereitung  
von Kernbrennstoff  
wirtschaftlich  
attraktiver zu  
machen.**

# **4b. Nutzung hochradioaktive r Abfälle als Wärmequelle**

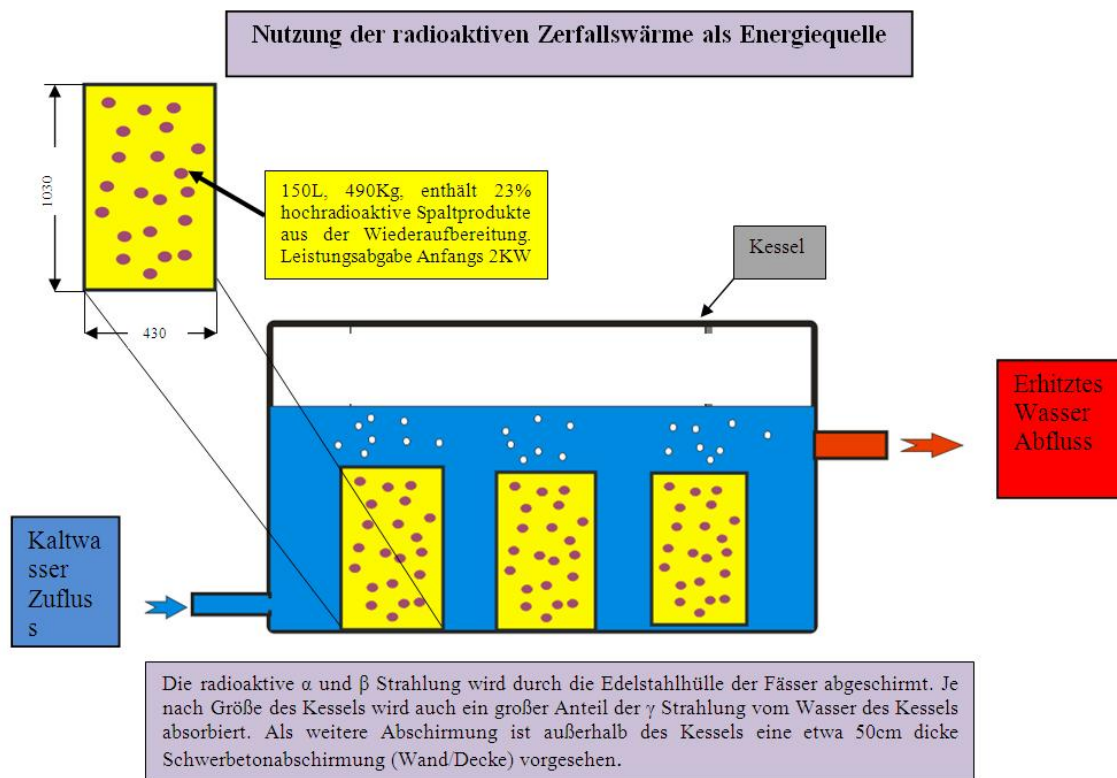
**Eine wesentliche  
Eigenschaft des  
hochradioaktiven  
Abfalls ist dessen  
starke  
Wärmeabgabe.**

**Ein Block  
hochradioaktiven  
Abfalls aus der  
Wiederaufarbeitung  
(4J nach der  
Entnahme aus dem  
Reaktor) in  
Frankreich hat  
einen Durchmesser  
von 430mm, einen  
Inhalt von 150L,  
wiegt 490 Kg und**

**enthält ca. 23%  
hochradioaktive  
Abfälle (77%  
*Glasanteil*) die in  
Borsilikatglas  
eingeschmolzen und  
mit Edelstahl  
ummantelt sind.  
Ein derartiger  
Block gibt direkt  
nach der  
Wiederaufarbeitung**

**bis zu 2 KW Wärme  
ab (21). Blöcke  
hochradioaktiven  
Atommülls können  
für mehrere Jahre  
als Energiequelle  
in anderen  
nuklearen  
Einrichtungen,  
beispielsweise in  
Anreicherungsanlagen  
zur Erhitzung**

**des UF6, dienen,  
oder auch für  
Polarstationen,  
Militärstützpunkte  
und Inseln genutzt  
werden, bis die  
Radioaktive Wärme  
weitgehend  
abgeklungen ist.**



**Die größte Herausforderung ist es bei einer derartigen Nutzung sicherzustellen dass der Müll**

**nicht durch  
Gotteskrieger  
gemopst und zur  
Herstellung  
schmutziger Bomben  
verwandt wird. Der  
Gedanke an eine  
derartige Nutzung  
wurde in den 70er  
Jahren im  
Kernforschungszent  
rum Karlsruhe**

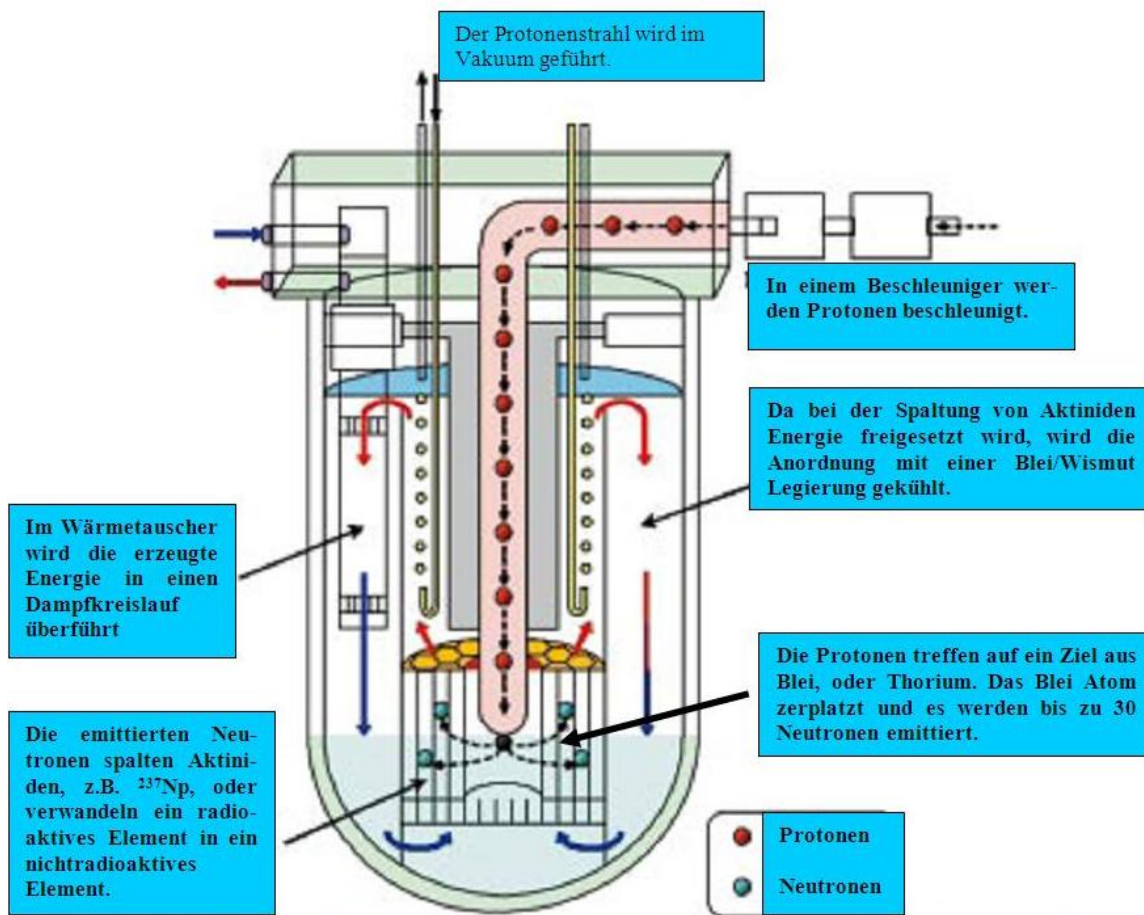
**erwogen. Er wurde  
jedoch aufgegeben,  
da eine derartige  
Energiequelle  
nicht  
wirtschaftlich (a)  
konkurrieren kann,  
wenn der Müll mit  
riesigem Aufwand,  
dem  
atomrechtlichen  
Verfahren**

**ausgesetzt, mit  
staatlich  
geduldetem  
Ökologen-  
Polizisten  
Prügelspiel (b)  
zugestellt wird.**

**5.**

**Deaktivierung  
des  
Atommülls  
durch  
Mutation der  
Actinide und**

# **Spaltstoffe in nichtradioak tive Elemente**



**G**

**rundsätzlich kann man die radioaktiven Spaltprodukte und Actiniden in die einzelnen Elemente**

**auftrennen und die  
kritischen  
Elemente durch  
Neutronenbeschuss  
in  
nichtradioaktive  
Stoffe verwandeln.  
Die Transurane  
(*Minore Actinide*),  
die aufgrund ihrer  
langen  
Halbwertszeiten**

**die größte  
Herausforderung  
bei dem aus der  
Wiederaufbereitung  
verbleibenden  
atomaren Restmüll  
darstellen, lassen  
sich in der  
Wiederaufbereitung  
abtrennen.  
Ein schneller  
Brüter mit seiner**

**hohen Dichte  
schneller  
Neutronen ist  
ideal geeignet um  
die in  
Leichtwasserreakto  
ren gebildeten  
Actinide  
(*Transurane*), als  
Brennstoff zu  
nutzen. Es gibt  
Studien bei dem**

**neuem Konzept des  
SCWFR Reaktors,  
der sich durch  
einen hohen  
Brutfaktor  
auszeichnet,  
Targets aus  
Minoren Actiniden  
einzubringen (8).  
Eine anderer Weg  
die Minoren  
Aktinide zu**

**deaktivieren und  
diese gleichzeitig  
als Brennstoff zu  
nutzen sind  
Beschleuniger, s.  
Abbildung.**

**Der Gedanke der  
Nutzung der  
Neutronen eines  
Kernreaktors zur  
Deaktivierung von  
Spaltprodukten,**

**oder Neutronen aus  
einem  
Neutronenbeschleun  
iger, s.o. zur  
Deaktivierung  
radioaktiver  
Spaltprodukte ist  
machbar, ist  
jedoch sehr  
aufwendig und eine  
Verschwendung die  
der ökoreligiösen**

**Diskussion  
geschuldet ist.  
Es ist eine sehr  
teure Lösung eines  
fiktiven Problems.  
Ein Verschwinden  
des Atommülls  
würde keinen  
Jünger der  
Ökoreligion von  
seinem Glauben  
abbringen.**

**6 .**

# **Endlagerung des radioaktiven Mülls**

**a . Versenken des**

# **Atommülls im Meer:**

**Eine Möglichkeit  
leicht und  
mittelradioaktiven  
Atommüll  
preisgünstig zu  
deponieren ist  
diesen im Meer zu  
versenken. Die  
Weltmeere**

**enthalten 66 Mrd.  
to radioaktives  
Kalium40 und 4  
Mrd. to  
radioaktives Uran  
(*Erläuterung* h),  
Thorium, Tritium  
und viele andere  
radioaktive  
Stoffe. Man kann  
sich leicht  
ausrechnen das die**

**Menschen die  
Weltmeere nicht  
mit den geringen  
Mengen Atommüll  
verseuchen können  
wie sie durch  
Kernkraftwerke  
entstehen. Die  
Engländer hatten  
bis 1982 den  
anfallenden  
Atommüll im Meer**

**versenkt. Auch die  
Russen haben z.B.  
ausgediente Atom  
U-Boote im Weißen  
Meer versenkt.  
Derzeit wird  
lediglich  
flüssiger Atommüll  
im Meer entsorgt.  
Die natürliche  
Radioaktivität des  
Meeres von 12 Bq/l**

**(6) kann sich  
jedoch örtlich  
erhöhen, wenn  
dieser unachtsam  
eingeleitet wird.  
So wurde einst in  
der Britischen  
Wiederaufbereitung  
sanlage Sellafield  
der flüssige  
radioaktive Müll  
über ein Rohr ins**

**nahe Meer  
eingeleitet. Im  
Umfeld der  
Einleitung ist die  
Radioaktivität  
noch Heute höher.  
b. Vergraben des  
Atommülls in der  
Wüste**



Die ausgedehnten  
Wüsten der Erde bergen  
zahlreiche Geländefalten  
die sich mit geringem  
Ausbau als Endlager für  
Atommüll anbieten.

**Der Kernforscher**

**und  
Physiknobelpreisträger Heisenberg  
schlug einst vor  
den Atommüll mit 3  
m Erde zu  
bedecken. Wenn man  
dies in der Wüste  
ohne besondere  
Grundwasserströme  
vornimmt, z.B. in  
einer Senke, ist**

**dies  
unproblematisch.  
Der Wüstensand  
bedeckt den  
Atommüll innerhalb  
weniger Jahre m-  
dick. Ein Vorteil  
liegt darin das  
der Atom Müll in  
einigen 100 Jahren  
ohne großen  
Aufwand wieder**

**ausgegraben werden  
kann und dann  
Rhodium, Ruthenium  
und andere  
Materialien  
kostengünstig  
gewonnen werden  
können. Schwierig  
ist jedoch die  
politische  
Situation in  
vielen**

**Wüstenstaaten.**

**Terroristen**

**könnten diesen**

**Müll zum Bau**

**schmutziger Bomben**

**nutzen.**

**Verschwörungsgerü-**

**chte könnten die**

**politischen**

**Führungen der**

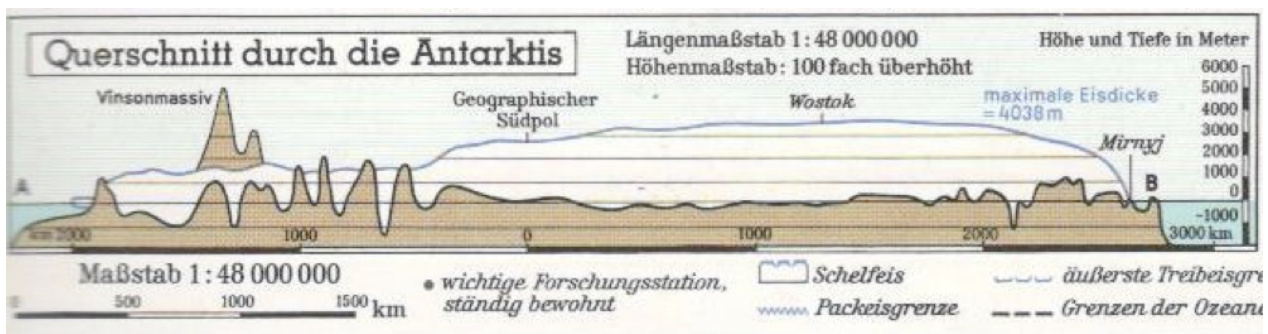
**Länder**

**destabilisieren.**

**Die Nutzung der  
Wüsten in  
politisch  
stabilen,  
nichtökoreligiösen  
Ländern ist ein  
preisgünstiger,  
sinnvoller Weg. In  
diesem Sinne kam  
in den 80er Jahren  
eine chinesische  
Delegation nach**

**Deutschland, die  
neben einigen  
Porzellanlöwen  
auch das Angebot  
hinterließ den  
Deutschen Atommüll  
gegen gutes Geld  
in der Wüste Gobi  
abzulagern.**

# c. Deponieren des Atommülls im ewigen Eis



Die radioaktive  
Zerfallswärme  
lässt die  
Atommüllkokillen  
durch das Eis bis  
zum felsigen

**Untergrund des  
antarktischen  
Kontinents  
gleiten.**

**Die Antarktis ist  
mit einem bis zu  
4000m dicken  
Eispanzer  
versehen. Sofern  
man den stabil  
verglasten, mit  
Edelstahl**

**ummantelten,  
hochradioaktiven  
Müll (*der Eisdruck  
ist enorm*) dort  
verbringt, wird  
dieser sich durch  
seine Wärme mit  
abnehmender  
Geschwindigkeit  
und Radioaktivität  
durch den  
Eispanzer**

**schmelzen und  
irgendwann auf den  
Fels treffen.**

**Diese Alternative  
ist elegant und  
preisgünstig.**

**Die inländische  
Durchschnittstempe-  
ratur der**

**Antarktis beträgt  
-55C°. Das  
antarktische**

**Inlandeis wird  
auch bei einer  
signifikanten  
Erwärmung der Erde  
durch eine  
eventuelle  
Klimaänderung  
nicht schmelzen.  
Möglicherweise  
wird der Kontinent  
durch die  
Kontinentaldrift**

**im Laufe von  
Millionen Jahren  
an einen wärmeren  
Platz der Erde  
wandern.**

**Die radioaktive  
Zerfallswärme des  
Atommülls ist viel  
zu gering und die  
Wärmeleit-  
fähigkeit des  
Eises zu gut um**

**das Antarktische  
Inlandeis zu  
schmelzen (f).  
Derzeit ist die  
Nutzung der  
Antarktis durch  
den  
Antarktisvertrag  
verboten. Eine  
Alternative zur  
Antarktis könnte  
der**

**Inlandsgletscher  
Grönlands  
darstellen.**

**d.**

**Deponierung  
des  
Atommülls**

# Untertage



**Das Bild zeigt die  
Untertage  
Atommülldeponie  
WIPP (USA)  
Die meisten Länder  
haben sich**

**entschieden ihren  
Atommüll unter  
Tage in geologisch  
stabilen Gebieten  
in Granit, Ton  
oder Salz zu  
lagern. Derzeit  
sind 16 (7)  
atomare Endlager  
in Betrieb. Dem in  
Deutschland  
geplanten und seit**

**Jahrzehnten  
blockierten  
Atommülllager in  
Gorleben ist die  
WIPP Anlage in New  
Mexico (23) (USA)  
am Ähnlichsten.  
In einem Salzstock  
in New Mexiko wird  
seit 1999 der  
hoch-radioaktive  
Abfall**

**militärischer  
Einrich-tungen  
deponiert. Un-  
tertagedeponien  
sind Das Bild  
zeigt die  
Untertage  
Atommülldeponie  
WIPP (USA) teurer  
und weniger  
elegant als die  
oben genannten**

**Verfahren. Stabile  
Salzstöcke  
ermöglichen  
allerdings einen  
idealen Abschluss  
der radioaktiven  
Abfälle von der  
Biosphäre über  
geologische  
Zeiträume hinweg.**



**In Dukovany**

**(Bild  
links) werden  
heutzutage die  
Leicht- und  
Mittelradioaktiven  
Abfälle  
Tschechischer KKW  
endgelagert.  
Verglichen mit**

**Asse aus den 60er  
Jahren, wo der  
Atommüll tief  
unter den  
genutzten  
Grundwasserschicht  
en liegt, ist  
dieses eher  
ungünstiger zu  
bewerten.**

**Das**

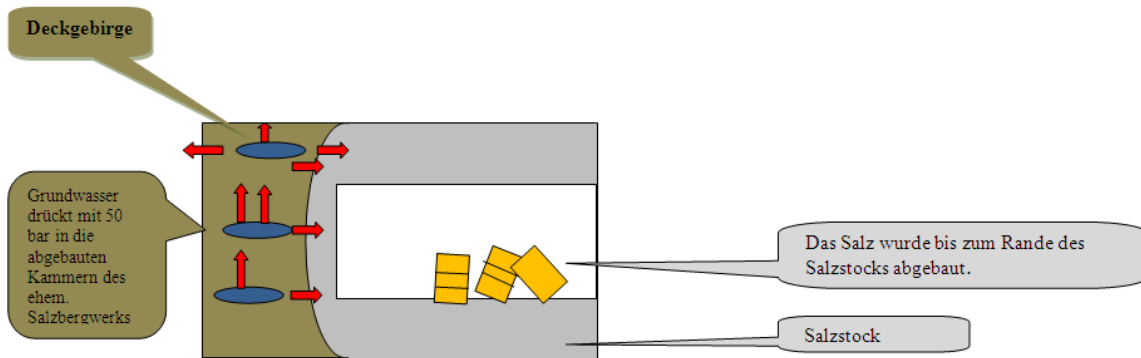
**Versuchsatommüll**

**dlager Asse setzte  
im Umfeld der 60er  
Jahre Maßstäbe  
(c). Im Vergleich  
zur vielfach  
üblichen  
Deponierung des  
Leicht- und  
Mittelradioaktiven  
Mülls in  
Betonwannen, z.B.  
Frankreich, CSR,**

**ist Asse auch nach  
heutigen Maßstäben  
eher übertrieben.  
Allerdings ist  
auch Asse nicht  
perfekt. Aus  
wirtschaftlichen  
Gründen wurde  
einst der  
Salzabbau bis an  
die Ränder des  
Vorkommens**

**betrieben. Von  
außerhalb des  
Salzstocks drückt  
das Grundwasser  
mit ca. 50 bar.  
Die Hohlräume üben  
keinen Gegendruck  
aus. Dadurch  
sickert etwas  
Wasser in das  
ehemalige  
Salzbergwerk. Es**

**wird von 12m<sup>3</sup>/Tag  
geschrieben.**



**Dies ließe sich  
allerdings beheben  
indem man die  
Hohlräume mit  
weiteren Abfällen  
verfüllt, oder**

**einfach flutet wie  
man dies mit  
vielen ehemaligen  
Salzbergwerken  
getan hat.**

**Letztere Maßnahme  
hätte zur Folge,  
dass sich das  
Wasser im**

**Salzstock mit Salz  
sättigt und dann  
als Salzlauge**

**stabil bleibt.**

**Durch ein  
Auffüllen, oder  
Fluten des  
Salzstocks  
entfällt die  
Druckdifferenz und  
der Salzstock kann  
dann die  
gebrauchten Kittel  
und Handschuhe für  
geologische**

**Zeiträume  
einschließen. Die  
meisten Salzstöcke  
Deutschlands  
bergen  
Laugeneinschlüsse  
die beispielsweise  
in Gorleben seit  
240Mio Jahren  
stabil sind.  
Entscheidend ist,  
dass keine**

**nennenswerte  
Wasserbewegung  
stattfindet die  
Salz aus dem  
Salzstock spült  
und diesen im  
Negativfall  
auflöst. Der  
Salzstock in  
Gorleben wurde  
noch nicht  
genutzt. Insofern**

**entfällt diese  
Thematik.**

**Horst Trummel  
(Vandale)**

**Der Beitrag kann  
als pdf im Anhang  
herunter geladen  
werden.**

**[www.oekoreligion.net  
page.de](http://www.oekoreligion.net/page.de)**

**Erläuterungen**

# **Solarmüll**

***Auf dem Gelände  
der kürzlich  
verkauften Antec  
Solar Energy AG in  
Arnstadt lagern  
600 Tonnen  
Sondermüll. Wie  
Holger Wiemers von***

***der  
Landesentwicklungs  
gesellschaft auf  
Anfrage von MDR 1  
RADIO THÜRINGEN  
sagte, handelt es  
sich um 35.000  
defekte Solar-  
Module. Diese  
müssten in einer  
Sonderdeponie  
eingelagert***

*werden, weil sie  
mit giftigem  
Kadmium  
beschichtet seien  
(10). Die  
Produktion einer  
derartigen  
Solarzellenfabrik  
beträgt 1/100  
eines KKW's  
ausgedrückt als  
Peakleistung. Da*

**die  
Durchschnittserzeugung weniger als  
10% der  
Peakleistung  
beträgt und eine  
Solarzelle  
wahrscheinlich  
etwas mehr als 20  
Jahre betrieben  
werden, kann man  
das Verhältnis des**

**Problemmülls auf  
1/5000 schätzen.  
(9) .**

**Anbei Bilder der  
Giftmülluntertaged  
eponie Herfa-  
Neurode in der  
jährlich etwa  
200.000 to  
Giftmüll (alle  
Kernkraftwerke  
zusammen 20 to/a**

**nach einer  
Wiederaufbereitung  
) endgelagert  
werden. Darunter  
PCB-haltige  
Transformatoren  
(z.B. Windmühlen),  
Filterstäube aus  
Kraftwerken (11),  
oder arsenhaltige  
Abfälle (7) wie sie  
z.B. bei der**

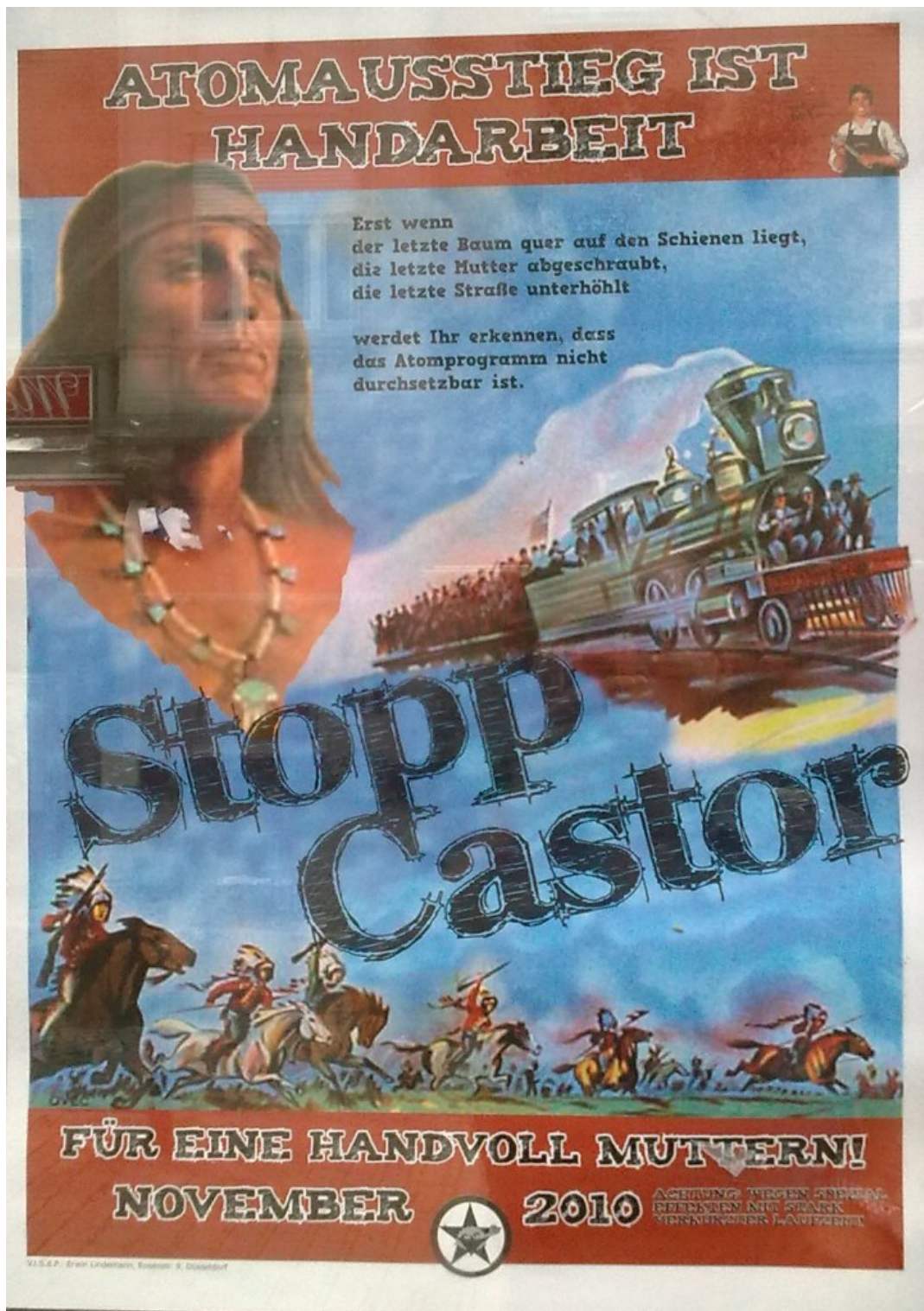
# **Herstellung von Solarzellen auftreten..**



**a. Die technisch notwendigen Einrichtungen wie ein im Vergleich zu Heizöl größerer Kessel und eine 50cm**

**Betonabschirmung  
gegenüber der  
Gammastrahlung  
ließen sich leicht  
aus der  
Brennstoffeinsparu  
ng finanzieren.  
b Sofern der Staat  
die Prügelspiele  
nicht gewollt  
hätte, hätte man  
ernsthaft gegen**

**die Organisatoren  
wie Grüne, BUND  
usw. als  
kriminelle  
Vereinigungen  
ermitteln können.  
Regelmäßig wurden  
Polizeiführer  
abgesetzt die zu  
hart mit den  
Ökologen umgingen.**



Es wird zur Zerstörung von Schienen und Straßen aufgerufen.  
Das Plakat hing an einer von der Stadt Frankfurt finanzierten  
Einrichtung

Sofern es sich nicht um geduldete/geförderte linke Kräfte handeln würde,  
würde man derartige Organisationen analog Rocker, oder NP.. juristisch  
bekämpfen.

**c Asse wurde als  
Atommüllversuchsen-  
dlager für Leicht-  
und  
Mittelradioaktiven  
Müll 1967 in  
Betrieb genommen,  
zu einem Zeitpunkt  
als man  
chemotoxische  
Abfälle schlicht  
vergraben hat,**

**bzw. ganz andere  
Maßstäbe an die  
Entsorgung  
angelegt hat.  
Aufgrund dessen,  
daß man Salz bis  
nahe an den Rand  
des Salzstocks  
abgebaut hatte,  
mußte mit  
Laugeneinbrüchen  
gerechnet werden.**

**Dies war bereits  
in den 60er Jahren  
bekannt (28).**

**Durch geschickte  
Skandalisierung**

**(*Eine Ameise zum  
Elefanten***

***aufblasen*) ist**

**Asse zum Spektakel**

**geworden anhand**

**dessen die**

**Endlagerung zum**

**Problem erklärt  
wird.**

**d Allein der  
Materialaufwand  
für die**

**Stromerzeugung aus  
Windkraftanlagen  
vs. Kernenergie  
beträgt ein 37-  
faches, s. Artikel  
CO2 Bilanzen.**

**e. Ausgehend von**

**einem  
Außendurchmesser  
v. 9,5mm und einer  
Brennstabwandstärk  
e von 0,65mm (*EPR*)  
ergibt sich bei  
Dichten von  
Zirkaloy von  
6,5g/cm<sup>3</sup> und Uox  
von 10,4 ein  
Gewichtsverhältnis  
von  $mU/mZ = (8.22$**

**$x 10.4) / (6.5 x$   
 $(9.52 - 8.22) =$   
4.67. Sofern man  
die Endstücke,  
Abstandhalter usw.  
Hinzufügt erhält  
man ein Verhältnis  
von 3:1  
f. Wenn man die  
aus der  
Wiederaufbereitung  
stammenden**

**Reststoffe von 400  
Kernkraftwerken  
aus 50  
Betriebsjahren in  
einem Gebiet von  
500 x 500Km  
ablagert,  
entsprechend 1000  
MW Wärmeabgabe  
*(das Abklingen der  
Radioaktivität und  
der Wärme ist***

***hierbei nicht  
berücksichtigt),  
so ist dies  
verglichen mit der  
Sonneneinstrahlung  
von  $55\text{W/m}^2$  und dem  
natürlichen  
Erdwärmestrom  
(Hauptanteil ist  
der radioaktiver  
Zerfall im  
Erdbinnen) von***

**63mW/m<sup>2</sup> ,  
entsprechend  
13.750.000 MW  
vernachlässigbar.  
Die Eisoberfläche  
der Antarktis  
strahlt mehr Wärme  
in den Weltraum  
ab, als ihr  
zugeführt wird.  
g. Für den DUPIC  
Prozess ergeben**

**sich 3 Optionen:**

- Die  
genutzten  
hochradioaktiven  
Brennelemente  
werden zerlegt,  
die Brennstäbe in  
50cm lange Stücke  
geschnitten und  
wiederum  
verschlossen. (25)  
Üblicherweise**

**enthalten die  
Brennstäbe eine  
Feder um die  
Brennstofftablette  
n im Brennstab zu  
positionieren und  
ein Spaltgasplenum  
um einen Überdruck  
zu vermeiden.**

**Somit erscheint  
mir fraglich ob  
dieser Prozess so**

**funktioniert.**

**Dieser Prozess,  
obwohl einfach ,  
erfordert aber  
auch Investition  
in eine geeignete  
Anlage.**

**▪ Die  
genutzten  
Brennelemente  
werden zerlegt,  
der**

**hochradioaktive  
Brennstoff von den  
Brennstabhüllen  
befreit, zu Pulver  
gemahlen, mit  
Sauerstoff erhitzt  
um einen Teil der  
Spaltprodukte zu  
entfernen und  
wiederum zu  
Tabletten  
gepresst, in**

**Brennstäbe gefüllt  
und daraus  
Brennelemente  
gefertigt. Dieser  
Prozess wird in  
einer  
Zusammenarbeit von  
AECL Kanada und  
der Ukraine  
entwickelt. (12)  
Der Prozess  
erfordert**

**Investitionen in  
eine geeignete  
Anlage.**

**· Die  
genutzten  
Brennelemente  
werden in einer  
Wiederaufbereitung  
sanlage in  
kochender  
Salpetersäure  
zersägt, der**

**Brennstoff löst  
sich in  
Salpetersäure auf.  
Uran und Plutonium  
werden in TBT  
gebunden und der  
von Spaltprodukten  
befreite  
Brennstoff zur  
Fertigung von  
neuen  
Brennelementen**

**genutzt. Auf die  
Trennung von Pu  
und Uran, wie im  
Purex Verfahren  
üblich, kann  
verzichtet werden.  
Dieser  
Wiederaufbereitung  
prozess ist  
erprobt, jedoch  
sehr teuer! (s.  
Artikel**

**Wiederaufbereitung  
!)**

**h. Radioaktive  
Substanzen im  
Meerwasser**

**Gem. Wikipedia**

**[http://de.wikipedia  
a.org/wiki/Meer](http://de.wikipedia.org/wiki/Meer)**

**ergibt sich das  
Volumen der  
Weltmeere zu 1338  
Mrd. km<sup>3</sup>**

**Gem. Wikipedia**

**<http://de.wikipedia.org/wiki/Kalium>  
die**

**durchschnittliche  
Konzentration von  
Kaliumionen bei  
399,1 mg K<sup>+</sup>/kg =  
408,4 mg K<sup>+</sup>/l.**

**Der Anteil des  
40K beträgt  
0,012 %. Daraus**

**ergibt sich:**

**$1,338 \times 10^{12}$**

**Mrd to  $\times 408 \times$**

**$10^{-6}$  Kg K  $\times$**

**$0.12 \times 10^{-3} =$**

**65,5 Mrd to 40k**

**Uran hat einen**

**Anteil von  $3\text{mg}/\text{m}^3$**

**im Meerwasser**

**resultierend in  $=$**

**4 Mrd. to Uran.**

**Der Anteil an**

**Thorium, Radium,  
Rhadon, wurde  
nicht  
berücksichtigt.**

**Verwendete**

**Quellen:**

**1.**

**Homepage Fa.**

**Hoefler & Bechtel**

**2.**

**Kernenergie u.**

**Kerntechnik Lothar**

**Lüscher**

**3.   Abbildung aus  
"Will time heal  
every wound?"  
(Monitor 17),  
Swedish**

**Environmental  
Protection Agency.  
(Das Buch ist über  
Miljobokhandeln  
erhältlich)**

**4.                   Referat**

**Prof. Horst  
Michael Prasser  
ETH Zürich  
gehalten am  
29.05.08 in  
Lausanne  
5. Uran  
limitierender  
Faktor für die  
Kernenergie  
Ohnemus Gronau  
2006**

**6.**

**Umweltradioaktivität und  
Strahlenbelastung  
BMU Jahresbericht  
2001 \* gem. Diesem  
Bericht liegt die  
Radioaktivität des  
Meerwassers bei 12  
Bq/l.**

**7. Wikipedia**

**8. CORE DESIGN**

**ANALYSIS OF THE  
SUPERCRITICAL  
WATER FAST REACTOR  
Dissertation von  
Dr. Ing. Magnus  
Mori**

**9. Gegenwärtig  
verfügt die *Antec  
Solar Energy AG* am  
Produktionsstandor  
t *Arnstadt* über 10  
Megawatt (MW)**

**Produktionskapazität  
äten. Der  
thüringische  
Standort bietet  
*www.solarserver.de  
/solarmagazin/arti  
kelmai2005.html –  
36k – Im Cache –  
Ähnliche Seite  
10.***

**http://www.mdr.de/  
mdr1-radio-**

**thueringen/nachric  
hten/5616073.html**

**26. Juni 2008,**

**18:44 Uhr**

**11.**

**http://www.ks-ents  
orgung.com/standor  
te/neurode.cfm.**

**Homepage Zugriff**

**vom 23.11.08**

**12.**

**http://www.world-n**

**uclear-news.org/C-  
Canadian\_technolog  
y\_agreement\_with\_U  
kraine-3005084.htm  
Canadian  
technology  
agreement with  
Ukraine**

**xx**

**13. Köster, S.:  
Relevante  
Abfallströme für**

**eine**

**Immobilisierung,**

**Tagungsband des**

**15. Aachener**

**Kolloquiums**

**Abfallwirtschaft**

**im Dezember 2002**

**14.**

**[http://www.sueddeu](http://www.sueddeutsche.de/wissen/647/301644/text/)**

**[tsche.de/wissen/64](http://www.sueddeutsche.de/wissen/647/301644/text/)**

**[7/301644/text/](http://www.sueddeutsche.de/wissen/647/301644/text/) SZ**

**Wissen 12/2006**

**(20.10.2006)**

**15.**

**Strahlenschutzpraxis (Zeitschrift)**

**Ehrlich, Dietrich/**

**Schulze, Hartmut/**

**Schlagwort(e) Endla**

**gerung**

**konventionelle**

**Abfälle**

**radioaktive**

**Abfälle**

**Heft/Jahr4/2003Seite/Seitenzahl61/5**

**16. Mangel an  
medizinisch  
verwendbaren  
Isotopen**

**17.**

**[http://www.uxc.com  
/review/uxc\\_Prices  
.aspx](http://www.uxc.com/review/uxc_Prices.aspx) UxC Nuclear  
Fuel Price  
Indicators**

**(Delayed) Zugriff**

**v.25.02.2010 ,**

**Preis U308 66,16**

**€/Kg**

**18.**

**<http://www.world-nuclear.org/info/inf87.html> World**

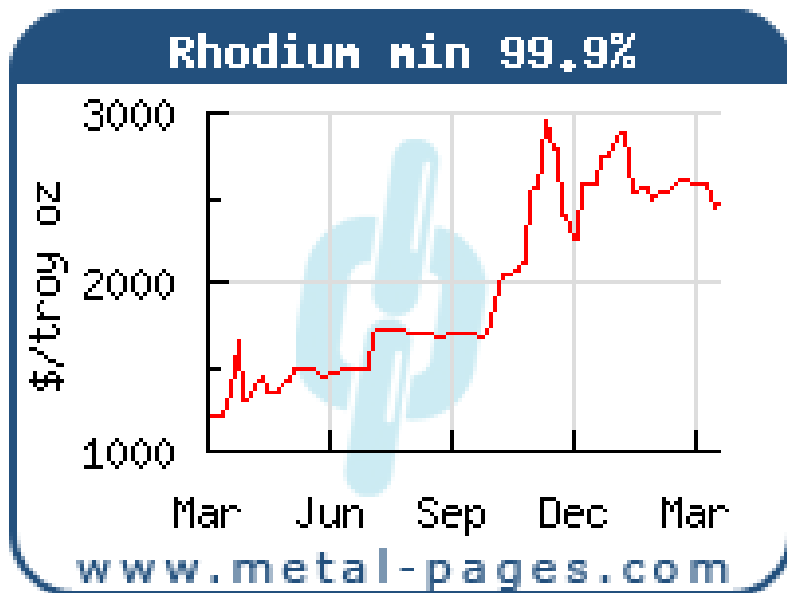
**Nuclear**

**Organization Nov08**

**19.**

**<http://www.metal-p>**

**ages.com/metalprices/**



**Zugriff 26.03.2010**

**1 tr Oz = 31,1g →**

**1 kg Rhodium**

**88424\$ = 65499 €**

**20.**

**<http://en.wikipedia>**

**a.org/wiki/Technetium 18.02.09**  
**21. FZKA6651**  
**Forschungszentrum**  
**Karlsruhe,**  
**Wissenschaftliche**  
**Berichte,**  
**Endlagerrelevante**  
**Eigenschaften von**  
**hochradioaktiven**  
**Abfallprodukten,**  
**Bernhard Kienzler,**

**Andreas Loida,**

**2001 S64 des**

**Dokuments**

**22. Areva**

**Pressemitteilung**

**09.05.07**

**[http://www.areva.com/servlet/news/pressroom/pressreleases/cp\\_07\\_05\\_2007-c-PressRelease-cid-1177488959131-](http://www.areva.com/servlet/news/pressroom/pressreleases/cp_07_05_2007-c-PressRelease-cid-1177488959131-)**

**p-1140584426338-  
en.html**

**23. Homepage von  
WIPP**

**[http://www.wipp.en  
ergy.gov/](http://www.wipp.energy.gov/) U.S.**

**Department of  
Energy**

**4021 National**

**Parks Highway**

**Carlsbad, New**

**Mexico 1-800-336-**

**WIPP Zugriff**

**16.08.09**

**Atommüllendlager  
der USA für den in  
militärischen**

**Anlagen**

**anfallenden**

**hochradioaktiven**

**Müll, als Pilot**

**Plant deklariert.**

**24.**

**<http://www.lahague>**

**.areva-  
nc.com/areva-  
nc/liblocal/docs/d  
ownload/Usine%20de  
%20la%20hague/LH-  
usine-la-hague-  
DT-6-en.pdf**

**25. Processing of  
Used Nuclear Fuel,  
WNA, oct 09,  
[http://www.world-n  
uclear.org/info/in](http://www.world-nuclear.org/info/in)**

**f69.html**

**26.**

**<http://www.metal->**

**-**

**pages.com/metalprices/neodymium/**



**Zugriff 22.10.2010**

**95\$/Kg = 68 €/Kg**

**27.Silber .de**

**<http://www.silber.de/silberpreis.html>**

**28.**

**<http://www.strom-magazin.de/strommarkt/endlager-papst-moegliches-absaufen-der-asse-schon-lange->**

# bekannt\_27208.html

06.11.2009, 14:21 Uhr

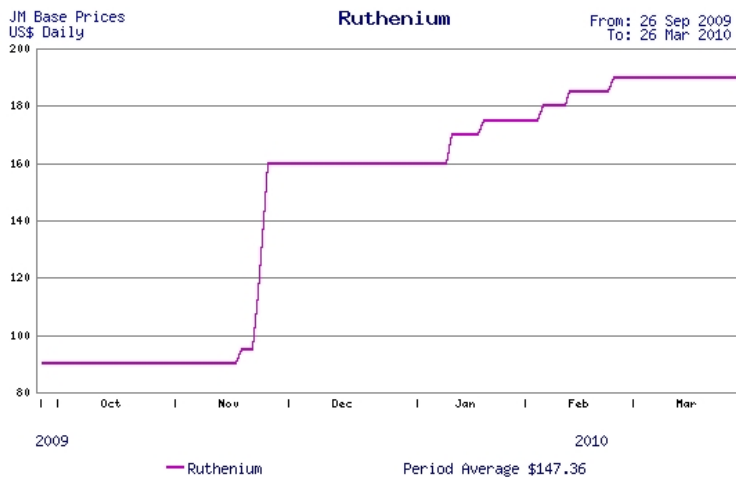
**"Endlager-Papst": Mögliches Absaufen der Asse schon lange bekannt**



29

. <http://www.ebullionguide.com/price-chart-ruthenium-last-6-months.aspx>

Zugriff 26.03.2010 190\$/oz entspricht 4540 €/Kg



30

. WNN News 24.03.2010

[http://www.world-nuclear-news.org/ENF-Chinese\\_reactor\\_trials\\_Candu\\_fuel\\_reuse-2403101.html](http://www.world-nuclear-news.org/ENF-Chinese_reactor_trials_Candu_fuel_reuse-2403101.html)

# Related Files

- **atommuell\_ein\_pro  
blem-pdf**