

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
Kalisalzbbergwerk
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
235Uran 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**

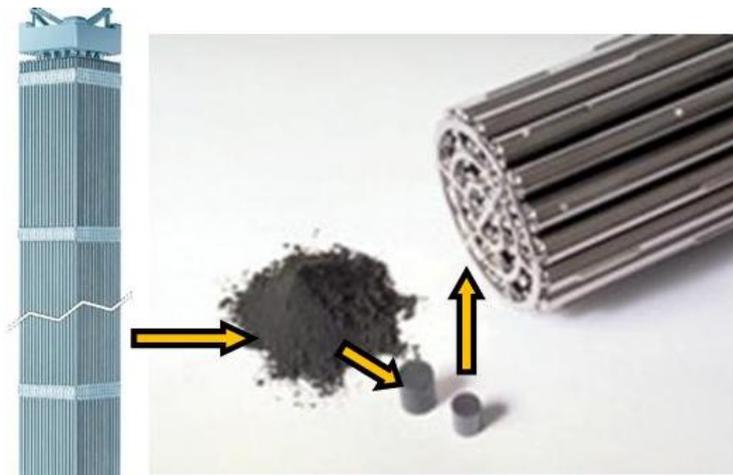
**genannten
hochradioaktiven
Abfall kommen 50
m³ (*konditioniert*)
leicht u. mittel-
radioaktive
Abfälle, wie
gebrauchte Kittel,
Handschuhe, aber
auch 9to
(Erläuterung e)
Strukturmaterial,**

**in erster Linie
Brennstabhüllen,
hinzu.**

2.

**Reduzierung
des
Atommülls**

**durch
weitere
Nutzung als
Kernbrennstoff**



Ein Verfahren besteht darin den abgebrannten LWR Brennstoff zu mahlen und anschließend wiederum zu Tabletten zu pressen, in Brennstäbe zu füllen und zu Candu Brennelementen zu konfigurieren.

**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

Atom Mülls

durch

Wiederaufarb

eitung **(*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}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

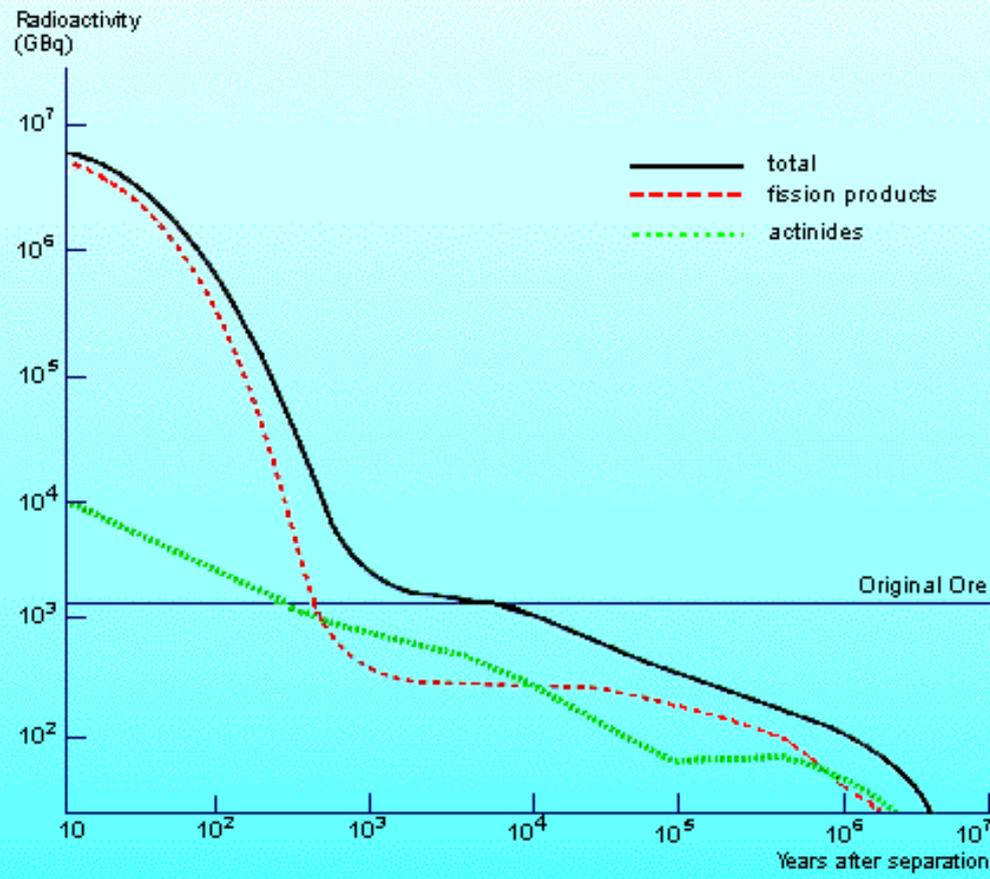
genutzten

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



Gbq = 10^9 becquerel

The straight line shows the radioactivity of the corresponding amount of uranium ore.

NB both scales are logarithmic.

Source: OECD NEA 1996, *Radioactive Waste Management in Perspective*.

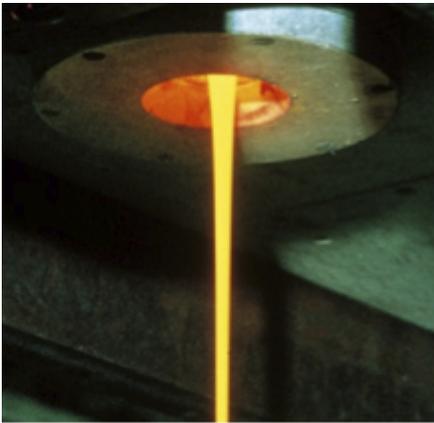
Das Bild zeigt die Radioaktivität abgebrannten Kernbrennstoffs. Es unterscheidet sich von der obigen Analyse.

**Es verbleibt 1100
Kg
hochradioaktiver**

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

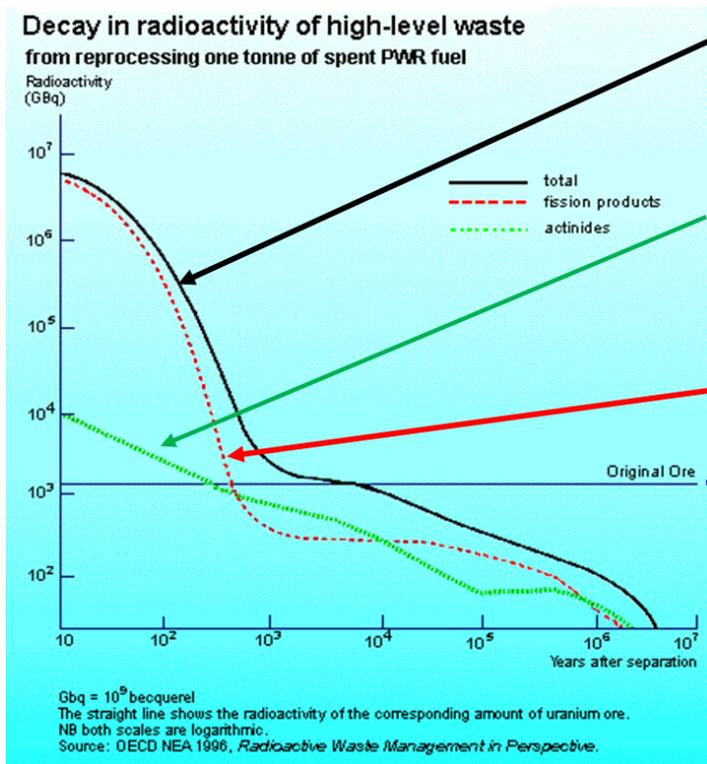
**. In Deutschland
wurde die
Wiederaufarbeitung
von Minister
Trittin aus
ökologischen
(=irrationalen)
Gründen verboten.
Ein erheblicher
Teil der
Atommüllproblemati
k beruht auf**

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

g 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}Tc
teils gewonnen.
Eine Produktion im
Bereich mehrerer
to aus der
Wiederaufbereitung
abgebrannten
Kernbrennstoffs
würde einerseits
den Preis für ^{99}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

^{60}Co

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
Atomüllentsorgung
abhängt. Die
Extrahierung
seltener Elemente
aus Atomüll
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

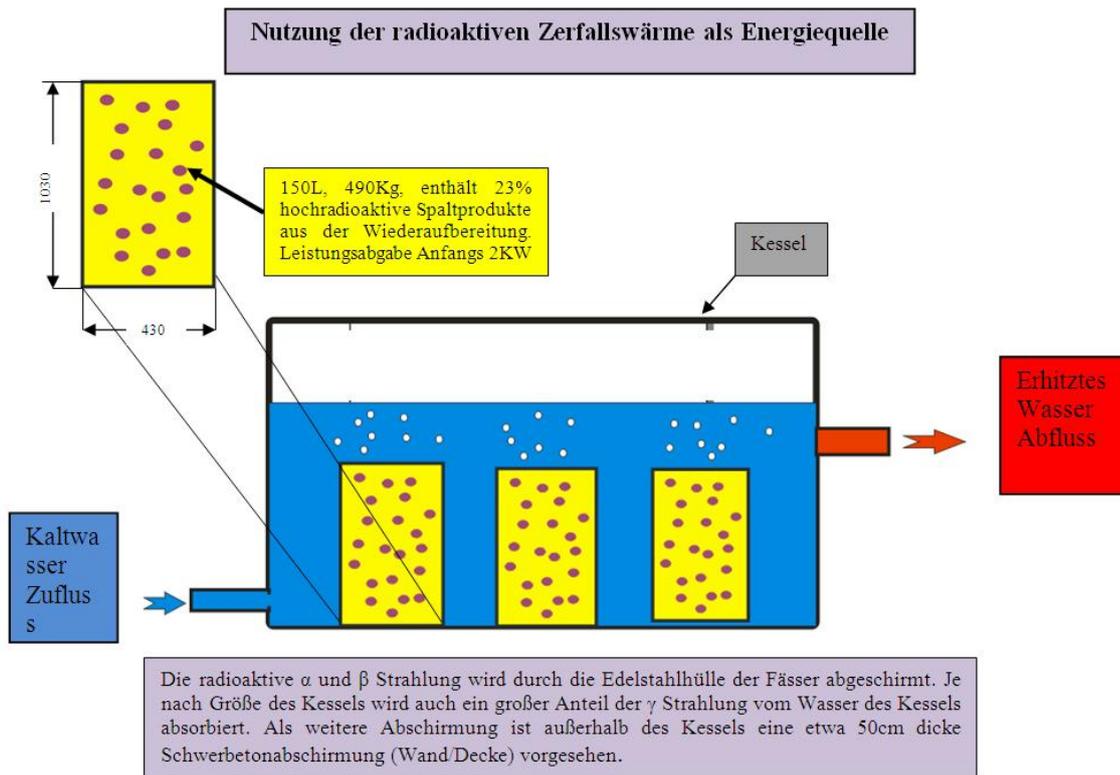
**Eine wesentliche
Eigenschaft des
hochradioaktiven
Abfalls ist dessen
starke
Wärmeabgabe.**

**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**

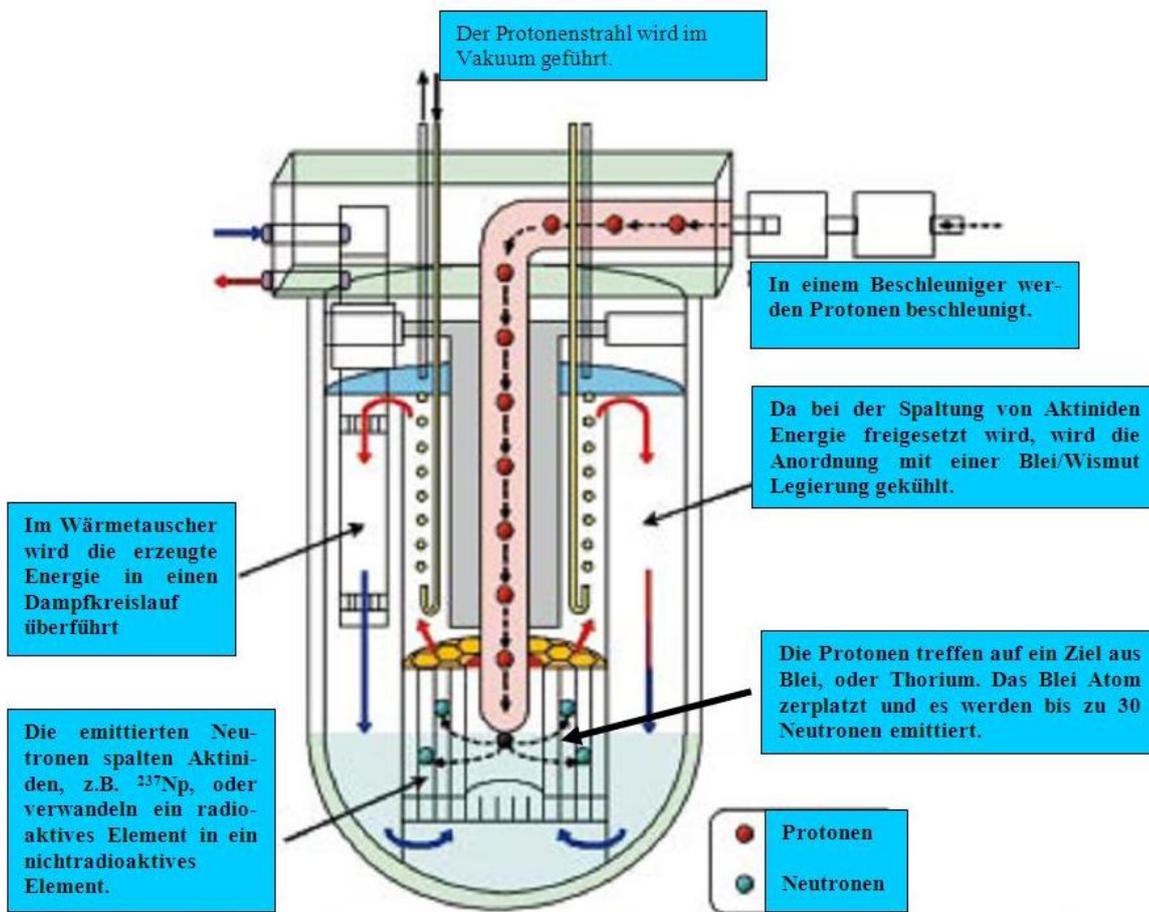
**erwogen. Er wurde
jedoch aufgegeben,
da eine derartige
Energiequelle
nicht
wirtschaftlich (a)
konkurrieren kann,
wenn der Müll mit
riesigem Aufwand,
dem
atomrechtlichen
Verfahren**

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

5.

**Deaktivierung
des
Atom Mülls
durch
Mutation der
Actinide und**

**Spaltstoffe
in
nichtradioaktive
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 Wiederaufbereitungsanlage 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 Atommüll 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.

Verschwörungsgeric

hte könnten die

politischen

Führungen der

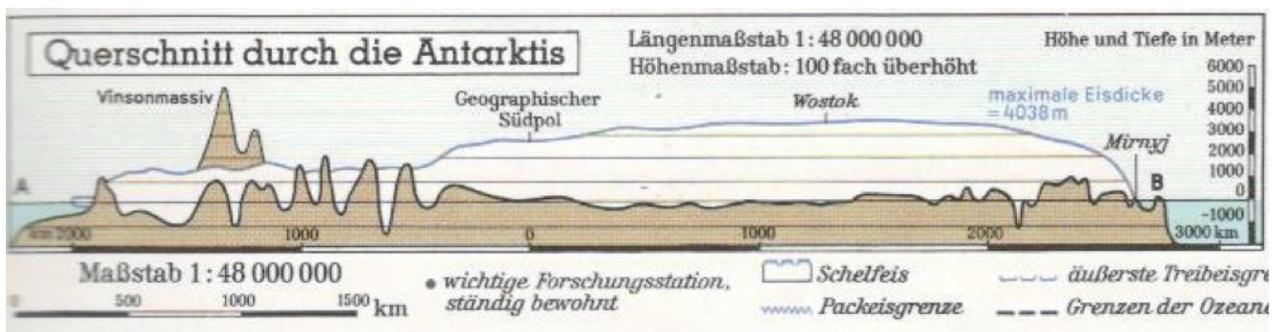
Länder

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
Einrichtungen
deponiert. Un-
tertagedeponien
sind Das Bild
zeigt die
Untertage
Atommülldeponie
WIPP (USA) teurer
und weniger
eleganter 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

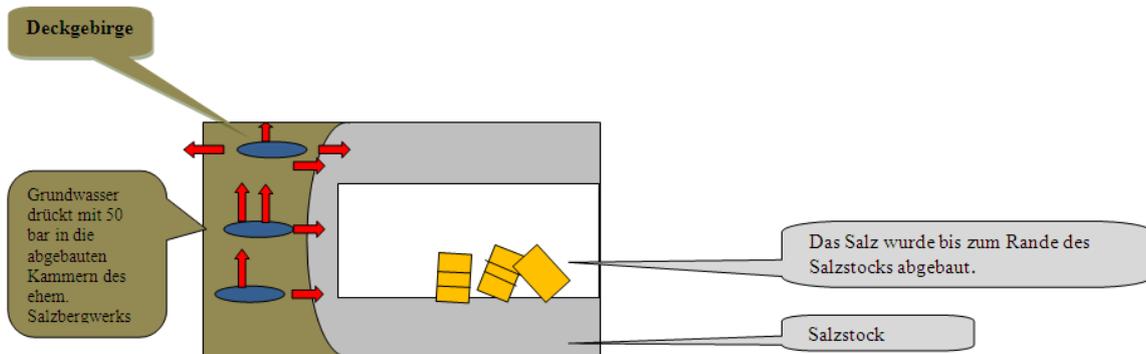
Versuchsatommüll

**dLagerASSE 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 12m³/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 Trumler
(Vandale)**

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

**[www.oekoreligion.n
page.de](http://www.oekoreligion.npage.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 KKWs
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**

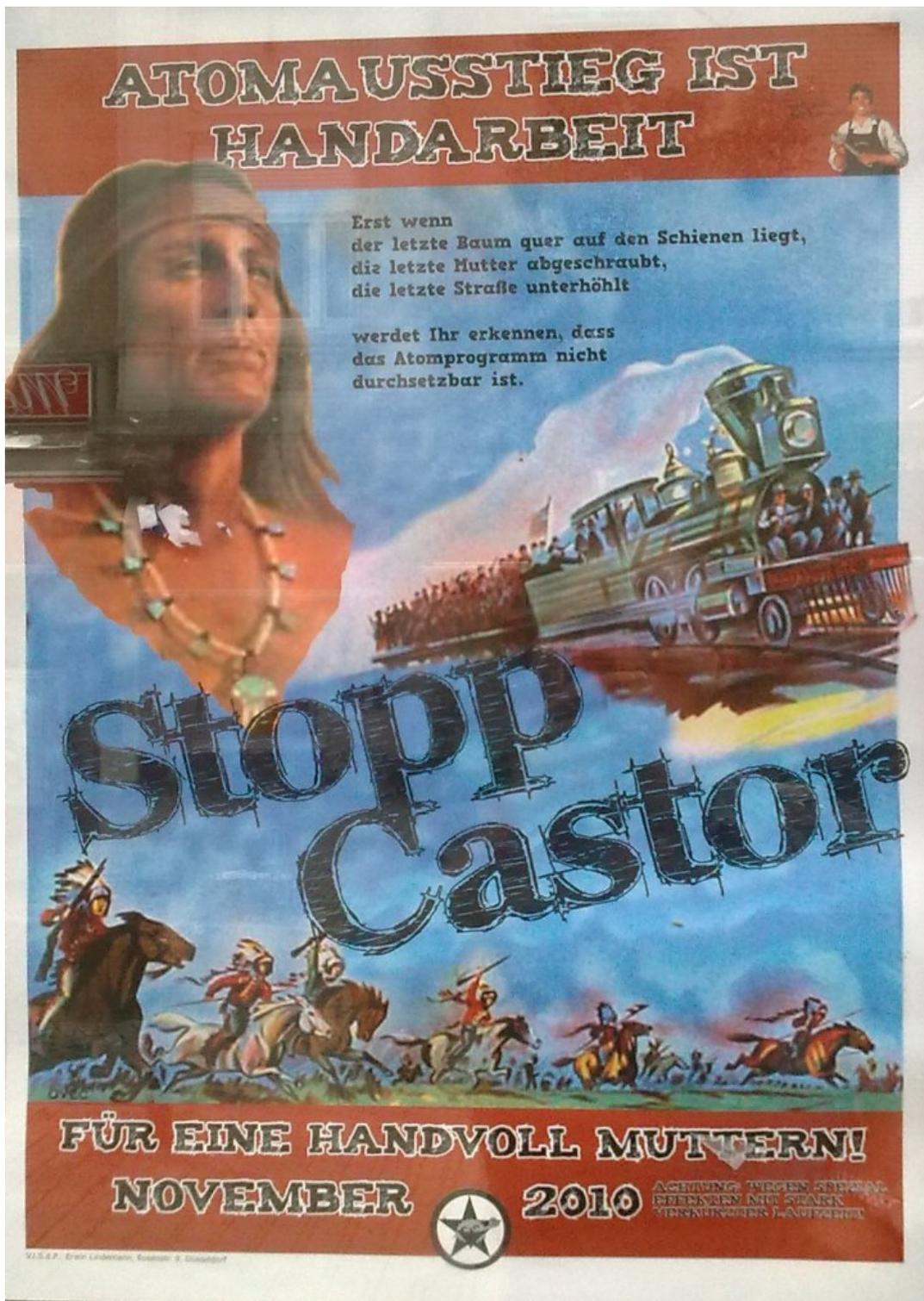
Herstellung von Solarzellen auftreten..



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
Atomüllversuchsen
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/cm³ 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 $55\text{W}/\text{m}^2$ und dem
natürlichen
Erdwärmestrom
(Hauptanteil ist
der radioaktiver
Zerfall im
Erdbinnen) von***

**63mW/m² ,
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. km³

Gem. Wikipedia

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

die

durchschnittliche

Konzentration von

Kaliumionen bei

399,1 mg K⁺/kg =

408,4 mg K⁺/l.

Der Anteil des

40K beträgt

0,012 %. Daraus

ergibt sich:

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

Mrd t $\times 408 \times$

10^{-6} Kg K \times

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

65,5 Mrd t $\times 40k$

Uran hat einen

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

im Meerwasser

resultierend in $=$

4 Mrd. t 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-](http://www.mdr.de/mdr1-radio-)**

thueringen/nachrichten/5616073.html

26. Juni 2008,

18:44 Uhr

11.

<http://www.ks-entsorgung.com/standorte/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.sueddeutsche.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/Seitenzahl161/5

16. Mangel an

medizinisch

verwendbaren

Isotopen

17.

<http://www.uxc.com>

[/review/uxc_Prices](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-n](http://www.world-nuclear.org/info/in)

[uclear.org/info/in](http://www.world-nuclear.org/info/in)

[f87.html](http://www.world-nuclear.org/info/in) 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/Technet

ium 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-

**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

**Atom Müllendlager
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/](http://www.metal-pages.com/metalprices/neodymium/)



Zugriff 22.10.2010

95\$/Kg = 68 €/Kg

27. Silber .de

<http://www.silber.de/silberpreis.htm>
1

28.

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

bekannt_27208.html

06.11.2009, 14:21 Uhr

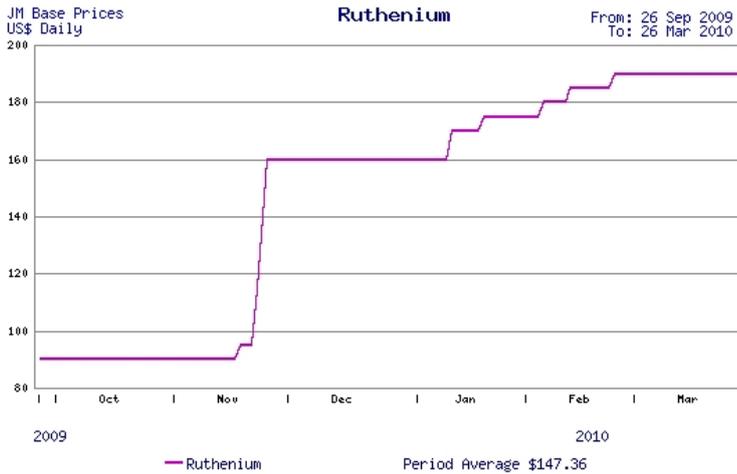
"Endlager-Papst": Mögliches Absaufen der Asse schon lange bekannt



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

Related Files

- [atommuell_ein_proble
m-pdf](#)