

Ungelöst: Endlagerung in Deutschland

Warum ein Neubeginn der Endlagersuche
unerlässlich ist !

Veranstaltung der Stiftung Leben & Umwelt

Transmutation und Langzeitzwischenlagerung
unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten

Inhalt

1. Einführung

2. Transmutation

- Vorteile
- benötigte Anlagen
- Stand der Entwicklung
- Probleme

3. Langzeitzwischenlagerung

- Vorteile
- Erfahrungen
- Probleme

Einführung

Transmutation und Langzeitzwischenlagerung zwei alternative „Entsorgungs“konzepte ?

Hauptgründe:

- Zweifel an Prognostizierbarkeit der geologischen Entwicklung am Endlagerstandort.
- Entwicklung besserer Technologien zum Umgang mit radioaktiven Abfällen.
- Entscheidungsfreiheit künftiger Generationen.
- Wiederverwertung bestimmter Bestandteile des radioaktiven Abfalls.

Einführung Transmutation

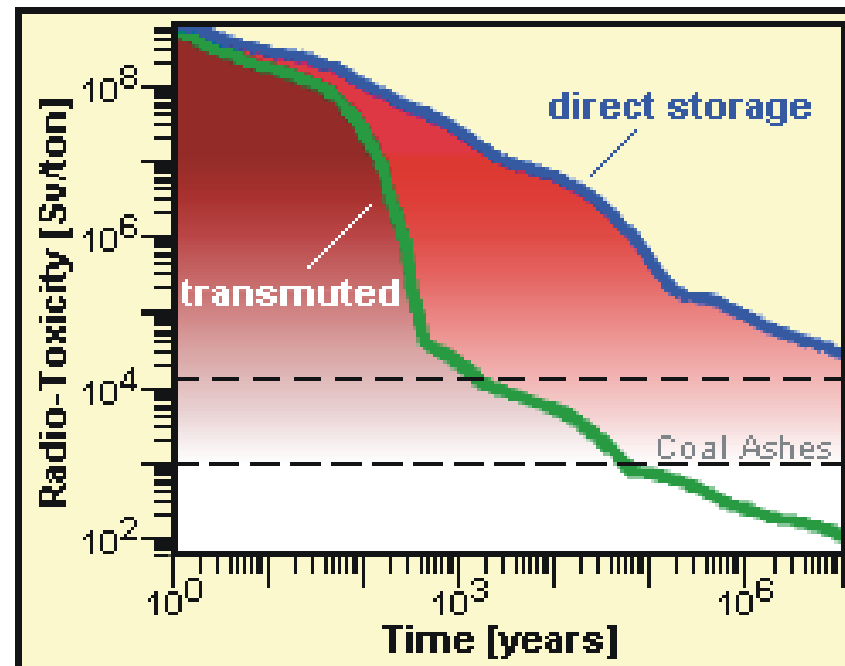
Transmutation ist in der Atomenergietechnik die Umwandlung von Atomkernen durch Neutronenbeschuss.

Voraussetzung für Transmutation ist Partitioning, d.h. Abtrennung verschiedener Stoffströme.

Abtrennung und Umwandlung sind zwei notwendige Teile einer Technologie

Abtrennung und Umwandlung

Ziel: Verringerung der Radiotoxizität



Quelle: KIT

Abtrennung und Umwandlung

Vorteile

Verringerung des Inventars langlebiger Radionuklidarten im radioaktiven Abfall.

⇒ Möglicherweise Reduzierung des zu betrachtenden Zeitraumes für die Langzeitsicherheit eines Endlagers

Verringerung des Inventars von Neutronenemittenten.

⇒ Möglicherweise Reduzierung der Menge des hochradioaktiven Abfalls

Bei der Umwandlung wird viel Wärme frei.

⇒ Mit den Umwandlungsreaktoren kann gleichzeitig Strom produziert werden.

Abtrennung und Umwandlung

Benötigte Anlagen

Abtrennungsanlage. Komplexe chemische Prozesse zur Trennung in Stoffströme (U, Pu, Np, Cm, weitere Aktinidenfraktionen, langlebige Spaltprodukte, weitere Spalt- und Aktivierungsprodukte).

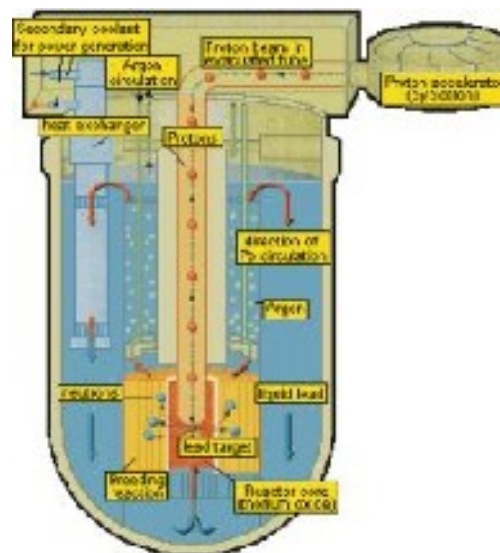
Target-/Brennelementfabrik. Anlage zur Herstellung der Zielelemente mittels komplexer chemischer und physikalischer Verfahren bei hohem Strahlungsniveau.

Kernreaktoren. Anlagen zur Umwandlung von Atomkernen mit Neutronen unterschiedlicher Energie (Beschleuniger getriebene Reaktoren, Schnelle Brüter, Salsschmelzen-Reaktoren, Leichtwasserreaktoren).

Targetverarbeitungsanlage. Trennung der umgewandelten Atome von dem übrigen Material (kommt wieder in die Abtrennungsanlage) durch komplexe chemische Prozesse.

Beschleuniger gesteuertes Reaktorsystem

Accelerator Driven System (ADS)



Quelle: KIT

Abtrennung und Umwandlung

Stand der Entwicklung

- Abtrennung von Uran und Plutonium großtechnisch erprobt.
- Abtrennbarkeit von einigen anderen Aktiniden-Fraktionen im Labormaßstab nachgewiesen.
- Abtrennung von einigen Aktiniden-Fraktionen und langlebigen Spaltproduktsorten im Versuchsstadium im Labormaßstab.
- Umwandlung von Uran und Plutonium in Reaktoren erprobt.
- Unwandelbarkeit der anderen Atomsorten teilweise im Labormaßstab erprobt.
- Erste geplante Inbetriebnahme eines Versuchsumwandlungsreaktors in der EU möglicherweise 2023 (Kosten ca. 1 Milliarde EUR)

Abtrennung und Umwandlung

Probleme

- Selbst bei gut funktionierender Technik ist keine vollständige Beseitigung aller langlebigen Radionuklide aus dem hochradioaktiven Abfall (Brennelemente) möglich. Chemie und Physik funktionieren nicht zu 100%.
- Neben einem gewissen Anteil langlebiger Radionuklide bleiben auch alle anderen Radionuklide im Abfall.
- Die Abtrennung und Umwandlung langlebiger Radionuklide aus schwach- und mittelradioaktiven Abfällen ist ineffizient und deshalb kaum umsetzungsfähig.
- Die existierenden hochradioaktiven, verglasten Abfälle sind wahrscheinlich nur unter größten Schwierigkeiten entsprechend zu behandeln

Abtrennung und Umwandlung

Probleme



- Endlager ist nach wie vor erforderlich.
- Grad der Entlastung des Langzeitsicherheitsnachweises fraglich.
- Prognoseunsicherheit für Endlagerstandort bleibt.

Abtrennung und Umwandlung

Weitere Probleme

- Die Prozesse der Abtrennung und vor allem der Umwandlung müssen vielfach durchlaufen werden. Ein einzelner Zyklus benötigt bereits mehrere Jahre.
- Der Betrieb der verschiedenen Anlagen ist mit großen Stör-/Unfallrisiken mit erheblichen Freisetzungen radioaktiver Stoffe verbunden. Im Normalbetrieb treten Strahlenbelastungen von Personal und Bevölkerung auf.
- Die Aufteilung der Stoffströme ist mit erheblichen Proliferationsrisiken verbunden.
- Die Technologie wird in den nächsten 50 Jahren nicht großtechnisch einsetzbar sein.
- Bindung von Finanzmittel im mehrstelligen Milliardenbereich.



Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague



Atomstandort Sellafield

Langzeitzwischenlagerung

- „Langzeit“ meint Zeiträume, die über den derzeit geplanten Zeitpunkt zur Inbetriebnahme eines Endlagers für hochradioaktive und andere radioaktive Abfälle deutlich hinausgehen, also mindestens einige 100 Jahre.
- Die Ausführungen beziehen sich auf radioaktive Abfälle aller Arten (hoch, mittel, schwachradioaktiv).

Langzeitzwischenlagerung

Vorteile

- Abfälle sind zugänglich falls Technologien zur schadlosen Beseitigung entwickelt werden können:
 - Umwandlung von Radionukliden
 - Konditionierungsmethoden mit deutlich höherem Sicherheitsstandard
 - Erhöhung der Aussagekraft zu Verhalten und Wechselwirkungen der Abfälle im verschlossenen Endlager.
 - Erhöhung der Prognosesicherheit der geologischen Verhältnisse.

Langzeitzwischenlagerung

Weitere Vorteile

- Solange Überwachung und Instandhaltung im notwendigen Umfang stattfinden ist Kritikalitätssicherheit gewährleistet.
- Entscheidungsfreiheit künftiger Generationen.
- Wiederverwertung von bestimmten Bestandteilen der Abfälle möglich.

Langzeitzwischenlagerung

Bisherige Erfahrungen mit der Zwischenlagerung
radioaktiver Abfälle in Deutschland.

Bestrahlte Brennelemente	16 Jahre
Hochradioaktive verglaste Abfälle	15 Jahre
Schwach- und mittelradioaktive Abfälle	35 Jahre

⇒ Vergleichsweise geringer Zeitraum

Langzeitzwischenlagerung

Mögliche Schadensursachen bBE und HAW

- Wärme
- Strahlung
- chemische Reaktionen (z.B. Korrosion)

Mögliche Schadensursachen LAW/MAW

- Chemische Reaktionen mit der Folge von Gasbildung
- Bakterielle Zersetzung mit der Folge von Gasbildung
- Chemische Reaktionen mit der Folge von Korrosion

Die spektakulärsten Fälle: - „Blähfässer“ 1987

- Gebinde bei GKSS 2000

Langzeitzwischenlagerung

Probleme

- Große Prognoseunsicherheit zu Verhalten und Entwicklung der gesellschaftlichen (einschl. wirtschaftlichen) Verhältnisse.
- Verringerung der Abfall bezogenen Störfallsicherheit.
- Erhöhung des Risikos durch Einwirkungen von außen (wegen der langen Zeiträume auch bei Bunkerlösung)
- Keine Barrierewirkung gegen Auswirkungen von in den Behältern ablaufenden Vorgängen.
- Betrieb des Langzeitzwischenlagers ist untätig mit ständiger , obertätig mindestens mit zeitweiser Freisetzung radioaktiver Stoffe im Normalbetrieb verbunden.

Langzeitzwischenlagerung

Weitere Probleme

- Überwachung, Instandhaltung und ggf. Reparatur des Lagers erforderlich. Deshalb Strahlenbelastungen von Personal über lange Zeiträume.
- Notwendigkeit des periodischen Umpackens für alle Abfallarten wahrscheinlich.
- Zugänglichkeit für Proliferation
- Belastung zukünftiger Generationen.