

# **Konditionierung radioaktiver Abfälle**

Atommüllkonferenz in Göttingen  
6. Februar 2016

**Wolfgang Neumann**

## Inhalt:

- **Radioaktive Abfälle**
- Konditionierung?
- Konditionierungsstandort
- Auswirkungen

Im Vortrag wird auf grundsätzliche Aspekte zur Konditionierung eingegangen. Er enthält keine, auf konkrete Standorte bezogene Aussagen zu Problemen.

## Radioaktive Abfälle

Rechtliche Definition:

Stoffe, die nicht weiter verwendet werden sollen und künstlich erzeugte Radionuklide oberhalb bestimmter Werte (Freigabewerte) enthalten, sind radioaktive Abfälle.

Abfälle die angefallen und nicht behandelt worden sind, heißen Rohabfälle.

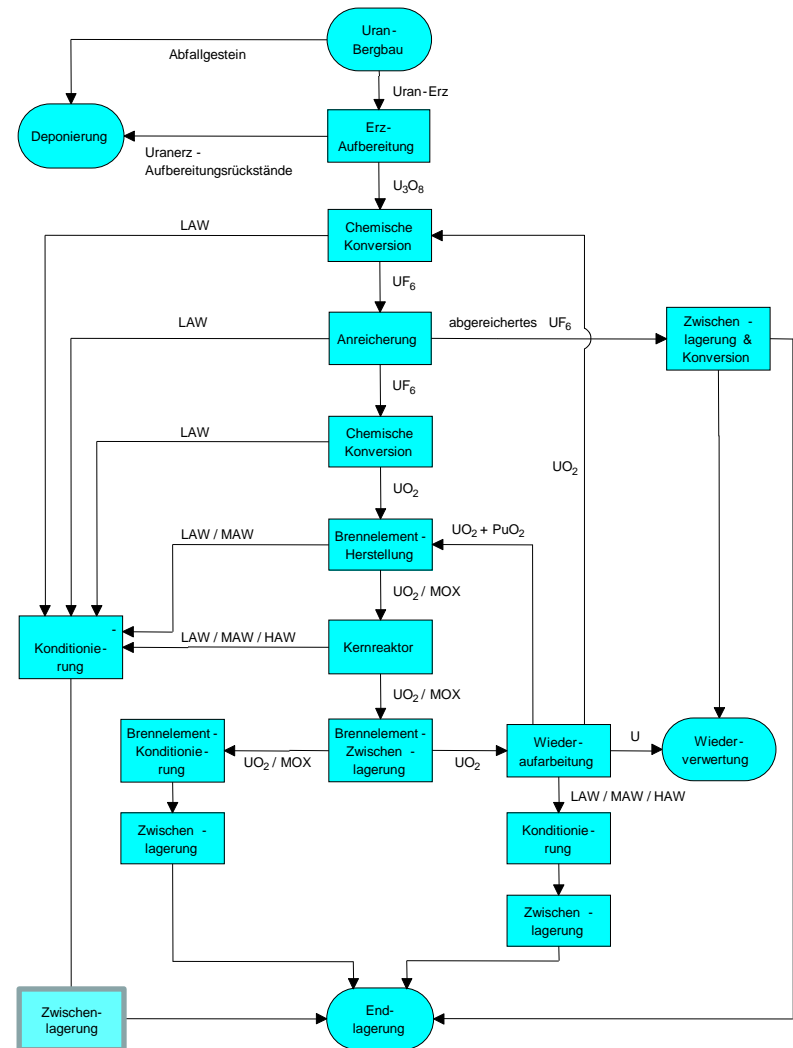
Einteilung in der Bundesrepublik Deutschland:

- Wärmeentwickelnd (HAW und kleiner Teil MAW)
- “Vernachlässigbar” wärmeentwickelnd (LAW und MAW)

**Anfall radioaktiver Abfälle bei der Atomenergienutzung, einschl. Forschung, von der Erzgewinnung bis zur Endlagerung (HAW, MAW, LAW)**

->

**Anfall radioaktiver Abfälle in Forschung, Industrie und Medizin (LAW, MAW)**



## **Wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle**

- Bestrahlte Brennelemente
- Wiederaufarbeitungsabfälle (F, UK, D)
- Anlagenabfälle aus der WAK
- evtl. Brennelementstrukturteile

## **Vernachlässigbar wärmeentwickelnde radioaktive Rohabfälle**

- Wässrige Lösungen (z.B. Dekontaminations-, Reinigungs- oder Kühlwässer)
- Organische Flüssigkeiten (z.B. Öle)
- Feste brennbare Abfälle (z.B. Putzlappen, Kleidung, Wischtesttücher, Kunststoffe, Graphit)
- Feste nicht brennbare Abfälle (z.B. Metallschrotte, Beton, Urankonzentrate)

## Radioaktive Rohabfälle

- haben ein großes Freisetzungspotenzial.  
In ihnen enthaltene oder an ihrer Oberfläche befindliche Radionuklide können sich im Normalbetrieb, vor allem aber bei Störfällen leicht ausbreiten. => Verringerung!
- haben ein großes Volumen.  
Für Zwischen- und Endlagerung ist Volumenreduzierung zweckmäßig.



**Konditionierung  
(Abfallbehandlung und Verpackung)**

## Inhalt:

- Radioaktive Abfälle
- **Konditionierung?**
- Konditionierungsstandort
- Auswirkungen



# Schritte zur Konditionierung

0. Dekontaminieren
1. Sortieren
2. Vorkonditionieren
3. Konditionieren
4. Endlagerfähig konditionieren

## Konditionierung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle

- **Bestrahlte Brennelemente**  
bisher nicht, da keine Endlagerungsbedingungen
- **Wiederaufarbeitungsabfälle**
  - verglast (Spaltprodukt- und andere Lösungen)
  - hochdruckverpresst (Brennelementstrukturteile)
- **Anlagenabfälle aus der WAK**  
nicht bekannt, zurzeit in 200-l-Fässern gelagert
- **evtl. Brennelementstrukturteile**  
ggf. hochdruckverpresst

# Vorkonditionierung von vernachlässigbar wärmeentwickelnden radioaktiven Rohabfällen

## Wässrige Lösungen

- Verdampfen
- Einsatz von Ionentauscherharze

## Feste Abfälle

z.B.

- Zerkleinern
- Trocknen

## **Konditionierungsmethoden für vernachlässigbar wärmeentwickelnde Abfälle**

### **Viskose Abfälle (u.a. Verdampferkonzentrate, Harze)**

- Trocknen und Verpressen
- Zementieren

### **Organische Abfälle**

- Verbrennen und Asche verpressen (fl. und feste Abfälle)
- Verpressen (feste Abfälle)

### **Metallische Abfälle**

- Einschmelzen
- Hochdruckverpressen

### **Feste Mischabfälle**

- Verpressen
- Zementieren

## **Konditionierungsmethoden für vernachlässigbar wärmeentwickelnde Abfälle**

Probleme bspw.:

- Einschmelzen von Metallen kann zu erhöhten Freigabemengen führen.
- Verbrennen führt zu erhöhter Freisetzung in die Luft.
- Zementieren bedeutet erhöhten Wassereintrag in Endlager.

## **Vernachlässigbar wärmeentwickelnde Abfälle für die noch keine Konditionierungsmethoden verfügbar sind**

- Ggf. Uran aus der Wiederaufarbeitung
- Thorium und Thorium-haltige Abfälle
- Graphit und Graphit-haltige Abfälle
- Tritium-haltige Abfälle
- Beryllium-haltige Abfälle
- [Abfälle aus Asse II]
- Abfälle aus Morsleben (Radiumfass, Europium-haltige Abfälle)

## **Endlagerfertige Konditionierung vernachlässigbar wärmeentwickelnder Abfälle**

Durch Konditionierung entsteht für LAW i.d.R. zunächst ein zylindrisches Gebinde.

Endlagerungsbedingungen Konrad (2014) →

Verpackung in für Endlager zugelassenen Behälter  
(quaderförmige Container o. zylindrische Behälter)

Vergießen von Hohlräumen mit Beton  
(kann mit kontaminierten Wässern angemacht sein)

## **Nachkonditionierung von alten vernachlässigbar wärmeentwickelnden Abfällen**

Alte Abfälle:

Abfälle, die nicht nach Konrad-Bedingungen konditioniert wurden und/oder deren Behälter keine Zulassung für Konrad haben.

(Konditionierung z.B. nach Annahmebedingungen Asse oder Morsleben)



## **Produktkontrolle** für endlagerfertige Konditionierung

Anforderungen, deren Erfüllung nachgewiesen werden muss:

- Feste Form
- Nicht faul- oder gärfähig
- Nur Restgehalte von
  - Flüssigkeiten und Gasen enthalten oder freisetzen
  - selbstentzündlichen oder explosiblen Stoffen
- Beschränkte Reaktionen zwischen Abfällen, Fixierungsmitteln und Behältern
- Radiologische Begrenzungen (Ortsdosisleistung, Oberflächenkontamination, Spaltstoffgehalt)
- weitere

## Endlagerfertig konditionierte Abfallgebinde



Konrad-Container



MOSAIK® (Gussbehälter)

## Inhalt:

- Radioaktive Abfälle
- Konditionierung?
- **Konditionierungsstandort**
- Auswirkungen

## Konditionierung zentral/dezentral

Konditionierung ist sicherheitstechnisch erforderlich.

Zentrale Konditionierung verursacht zusätzliche Handhabungen und Transporte

- =>
- Höhere Strahlenbelastungen für Personal und Bevölkerung
  - Erhöhung der Störfallmöglichkeiten

Konditionierung dezentral ist zu bevorzugen. Es können standortfeste und/oder mobile Anlagen eingesetzt werden.

Ausnahmen: - Verbrennen und Schmelzen  
- kleine Mengen

## **Konditionierungsstandorte gering Wärme entwickelnde Abfälle**

### **Zentrale Konditionierungsanlagen:**

Zwischenlager Nord (ZLN)

Siempelkamp Krefeld

Forschungszentrum Jülich

Karlsruhe (KIT/EWN)

EZN Braunschweig

GNS Duisburg bis 2018

PKA Gorleben nicht in Betrieb

Studsvik (S) und andere Anlagen im Ausland

## Konditionierung gering Wärme entwickelnde Abfälle



GNS Duisburg

Bildquelle GNS

## **Konditionierungsstandorte gering Wärme entwickelnde Abfälle**

### **EVU Konditionierungszentren:**

AKW-Standort Gundremmingen

AKW-Standort Philippsburg

AKW-Standort Neckarwestheim

**Dezentrale Konditionierungsanlagen an Standorten**

## Inhalt:

- Radioaktive Abfälle
- Konditionierung?
- Konditionierungsstandort
- **Auswirkungen**



## Auswirkungen von Konditionierungsanlagen

In einer Konditionierungsanlage wird offen mit radioaktiven Stoffe umgegangen.



- im Normalbetrieb Strahlenbelastungen durch
  - Direktstrahlung
  - Ableitung mit Abluft und Abwasser
- bei Störfälle durch Freisetzung radioaktiver Stoffe

Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung sind einzuhalten:  
0,3 mSv/a (300  $\mu$ Sv/a) jeweils mit Abluft und Abwasser,  
50 mSv bei Störfällen.

# Auswirkungen von Konditionierungsanlagen (LAW/MAW)

Ableitungen und dadurch verursachte Strahlenbelastungen durch Konditionierungsanlagen werden nicht veröffentlicht.

Ableitungen aus Forschungszentren verursachen im Normalbetrieb nach BMUB Strahlenbelastungen zwischen 1  $\mu\text{Sv/a}$  und 10  $\mu\text{Sv/a}$  (Teil durch Konditionierungsanlagen).

Vergleich:     - weniger als AKW,  
                  - mehr als Zwischenlager

## Zusammenfassung (1)

Konditionierung ist ein notwendiger Schritt für Umgang und Verbleib radioaktiver Abfälle:

- Verringerung des Freisetzungspotenzials bei normalem Umgang und bei Störfällen.
- Verringerung des Volumens zur Senkung der Störfallwahrscheinlichkeit und zur Reduzierung des Platzbedarfs in Zwischen- und Endlagern.
- Verzögerung der Freisetzung von Radionukliden im Endlager.

## Zusammenfassung (2)

### Forderungen:

Konditionierung möglichst Vorort.

Wahl der Konditionierungsmethode in Abwägung zwischen Nutzen und Umweltauswirkungen.

Keine Konditionierung zur Verringerung des Abfallvolumens auf Kosten vermehrter Freigabe.

Eine Konditionierungsanlage ist eine kerntechnische Anlage, aus der radioaktive Stoffe in die Umgebung abgegeben werden. In Genehmigungsverfahren sind deshalb Umweltverträglichkeitsprüfung und Öffentlichkeitsbeteiligung erforderlich.