

www.oeko.de

 **Öko-Institut e.V.**  
Institut für angewandte Ökologie  
Institute for Applied Ecology

---

## Sicherheitstechnische Aspekte der Zwischenlagerung hoch radioaktiver Abfälle

Ergebnisse des Gutachtes für das Nationale Begleitgremium

Beate Kallenbach-Herbert  
Workshop: Zwischenlager ohne Ende?  
Karlsruhe, 13. Januar 2018

---

www.oeko.de

 **Öko-Institut e.V.**

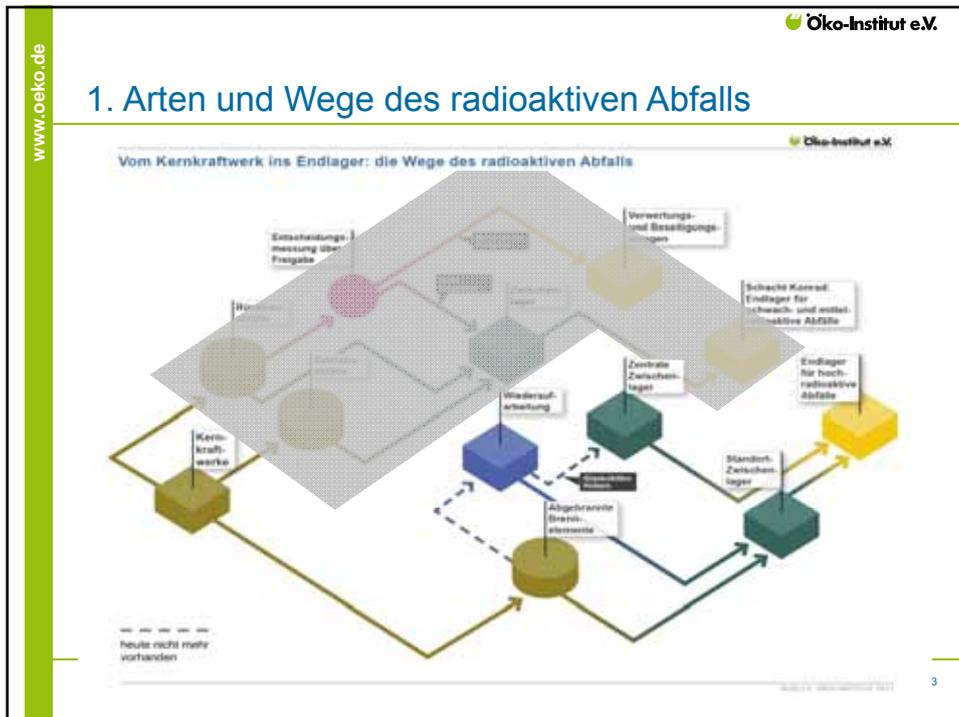
---

## Agenda

- 1 Überblick: Abfallarten, -wege und Standorte
- 2 Schutzziele der Zwischenlagerung
- 3 Technische Komponenten
- 4 Fazit
  - Gewährleistung der Sicherheit
  - Organisation und Management
  - „ohne Ende?“

---

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018 2



www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

### 1. Standorte: Zwischenlager für Wärme entwickelnde Abfälle

- Dezentrale Zwischenlager an den Kernkraftwerksstandorten
- Zentrale Zwischenlager
- ▲ Abfallzwischenlager
- Konditionierungsanlage / Pilot-Konditionierungsanlage

- Laufzeiten der auf 40 Jahre befristeten Genehmigungen: zwischen 2034 und 2047
- Brunsbüttel und Jülich derzeit ohne gültige Genehmigung

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018

© Öko-Institut 2018

5

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

### 2. Schutzziele der Zwischenlagerung (1)

- Einschluss der radioaktiven Stoffe
- Abfuhr der Zerfallswärme
- Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition
- Unterkritikalität

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018

6

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

## 2. Schutzziele der Zwischenlagerung (2)

Einschluss der radioaktiven Stoffe

- gestuftes Konzept aus Behälter und ggf. weiteren (inventarspezifischen) Barrieren,
- Kein systematisches Hüllrohrversagen
- Aufbewahrung defekter Brennstäbe z.B. mit gasdichter Umhüllung
- Behälter mit definierter Dichtheit
- Doppeldeckel-Dichtsystem und Dichtheitsüberwachung
- Reparaturkonzept

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018

7

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

## 2. Schutzziele der Zwischenlagerung (3)

Abfuhr der Zerfallswärme

- Wärmeabfuhr aus den Behältern
  - keine Beeinträchtigung der Gamma- und Neutronenabschirmung
  - keine Beeinträchtigung der Behälter Dichtheit
  - Einhaltung der zulässigen Inventar-Temperaturen
- Wärmeabfuhr aus dem Zwischenlager
  - passives System durch Naturkonvektion (nicht abhängig von Energieversorgung)

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018

8

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

## 2. Schutzziele der Zwischenlagerung (4)

- Begrenzung der Anreicherung mit spaltbarem Uran bzw. Plutonium
- Festlegung der geometrischen Anordnung von Spaltmaterial im Behälter
- Einsatz von Neutronenabsorbern
- Ausschluss oder Beschränkung einer Neutronenmoderation
- auch bei Störfällen, inkl. Annahme der Flutung mit Wasser

Unterkritikalität

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018 9

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

## 2. Schutzziele der Zwischenlagerung (5)

- Abschirmung der Strahlung
  - zum Schutz der Bevölkerung und
  - zum Schutz des Betriebspersonals
- durch Auslegung der Behälter und ergänzend durch das Zwischenlagerbauwerk

Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018 10

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

### 3. Technische Komponenten – Behälter

- Der Behälter übernimmt wesentliche Schutzfunktionen bei Transport und Lagerung
  - Behälter müssen neben Lagerrecht auch Anforderungen aus dem Transportrecht erfüllen
  - Schutzfunktionen des Behälters bei der Lagerung werden im Genehmigungsverfahren nach § 6 AtG bewertet
  - Dabei werden auch Störfälle und „Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter“ betrachtet
  - Für den Transport ist eine verkehrsrechtliche Bauartzulassung erforderlich



Bild-Quelle:  
GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH

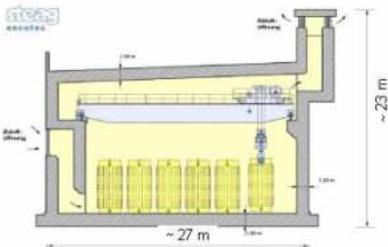
11

Öko-Institut e.V.

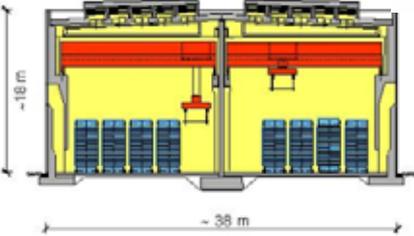
www.oeko.de

### 3. Technische Komponenten – Lagergebäude

**STEAG-Konzept**



**WTI-Konzept**



Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018

12

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

#### 4. Fazit: Gewährleistung der Sicherheit (1)

Schutzniveau ist im Regelwerk definiert: für Normalbetrieb sowie zu unterstellende Störfälle und Lastannahmen

Betreiber hat Nachweis zu führen, dass das Zwischenlager als *Gesamtsystem* das geforderte Schutzniveau erreicht

Zuständige Behörden prüfen die Nachweise und beaufsichtigen die Umsetzung

ESK-„Stresstest“ bestätigte 2013, dass in Deutschland betriebene Zwischenlager hohe Widerstandsfähigkeit gegen naturbedingte und zivilisatorische Einwirkungen von außen aufweisen

Kein *sprunghafter Anstieg der radiologischen Auswirkungen* außerhalb der Anlage möglich

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018

13

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

#### 4. Fazit: Gewährleistung der Sicherheit (2)

Kontinuierliche Aufmerksamkeit auf die Aufrechterhaltung der Sicherheit – zentrale Herausforderungen:

- Regelmäßige Sicherheitsprüfungen, Wartung und Ertüchtigungen um auch in der längerfristigen Perspektive („notwendige Zwischenlagerdauer“) hohes Schutzniveau zu erhalten → Alterungsmanagement und Periodische Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ)
- Regelmäßige Analyse von und Reaktion auf technische Weiterentwicklungen z.B. im Bereich der Luftfahrttechnik (beabsichtigter oder unbeabsichtigter Flugzeugabsturz), Waffentechnik und zukünftiger Bedrohungsszenarien (SEWD)
- Forschung zu sicherheitsrelevanten Effekten gewährleisten, insbesondere Verhalten der Brennelemente während der notwendigen Zwischenlagerdauer

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018

14

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

## 4. Fazit: Organisation und Management

Sicherer Betrieb erfordert geeignete organisatorische Rahmenbedingungen:

- Wissensmanagement: Transfer von Know-how und Know-why für den Zwischenlagerbetrieb und die nachfolgenden Schritte
- Langfristige Kontinuität der zuständigen Organisationen in einem auf „Checks and Balances“ ausgerichteten System
- Transparente Verfahren und aufmerksame Öffentlichkeit
- Offene Kommunikation über sicherheitsrelevante Aspekte (Einschränkungen bezüglich Sicherungsfragen sind zu berücksichtigen)
- Regelmäßige Reviews des regulatorischen und organisatorischen Rahmens
- Sicherheitserfordernisse von Fragen der Wirtschaftlichkeit entkoppeln

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018 15

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

## 4. Fazit: „ohne Ende?“

Zwischen- und Endlagerung sind *voneinander abhängige* Bestandteile des angestrebten Entsorgungswegs

*Vielfältige Verzahnungen:* Technisch, Akteure, Finanzen, Zeitplan,...

Entsorgung muss als Gesamtsystem betrachtet werden

Zwischenlager sind aus sicherheitstechnischen und organisatorischen Gründen NICHT für einen Betrieb „ohne Ende“ geeignet

Daran ändern auch sicherheits- und sicherungsbezogene Nachrüstungen nichts

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018 16

www.oeko.de

 **Öko-Institut e.V.**

## Ihre Ansprechpartner

<p><b>Beate Kallenbach-Herbert</b> Bereichsleiterin <b>Öko-Institut e.V.</b> Büro Darmstadt</p> <p>Telefon: 06151-8191-145 E-Mail: <a href="mailto:b.kallenbach@oeko.de">b.kallenbach@oeko.de</a></p>	<p><b>Stefan Alt</b> Gruppenleiter Entsorgung <b>Öko-Institut e.V.</b> Büro Darmstadt</p> <p>Telefon 06151-8191-122 E-Mail: <a href="mailto:s.alt@oeko.de">s.alt@oeko.de</a></p>
---	--

Zwischenlager ohne Ende? | Beate Kallenbach-Herbert | 13.01.2018 17

www.oeko.de

 **Öko-Institut e.V.**  
Institut für angewandte Ökologie  
Institute for Applied Ecology

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Haben Sie noch Fragen?

