



BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

# Arbeitsgruppe I1 – Endlagerbehälter und Endlagerauslegung

## 2. Beratungstermin Fachkonferenz Teilgebiete

Dr. Thomas Lohser, Lisa Seidel  
8. Juli 2021, Online-Veranstaltung

# Agenda

## Zweiter Beratungstermin Fachkonferenz Teilgebiete



01

Vorläufige Endlagerauslegung in Schritt 2 der Phase I

02

Endlagerbehälterentwicklung



# Vorläufige Endlagerauslegung in Schritt 2 der Phase I

# 01

# Vorläufige Auslegung des Endlagers in Phase I Schritt 2 und in den Phasen II und III (1/2)

## Phase I Schritt 2 – § 6 Abs. 4 EndlSiUntV<sup>1</sup>

- **Beschreibung** der wesentlichen Barrieren, deren Eigenschaften und räumliche Erstreckung sowie Beschreibung der weiteren Barrieren
- **Maximale Größe** eines möglichen Endlagerbergwerks (einschl. Zugangs-, Bewetterungsbauwerke und Infrastrukturbereiche) sowie die geplante Tiefenlage
- **Geplante Art** der Einlagerung

## Phase II und III – § 11 Abs. 1 EndlSiAnfV<sup>2</sup>

- **Definition** der wesentlichen und weiteren Barrieren unter Berücksichtigung der Endlagergebäude, der Einlagerungstechnik und der Einlagerungsgeometrie
- **Positionierung und techn. Ausführung** aller untertägigen Hohlräume (insb. Einlagerungsbereiche und Tageszugänge)
- **Einlagerungskonzept** (insb. Anordnung, Handhabung und Kontrolle der Endlagergebäude)

<sup>1</sup>: EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)

<sup>2</sup>: EndlSiAnfV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094)

# Vorläufige Auslegung des Endlagers in Phase I Schritt 2 und in den Phasen II und III (2/2)

## Phase I Schritt 2 – § 6 Abs. 4 EndlSiUntV<sup>1</sup>

- **Mögliche** Maßnahmen zur Gewährleistung der Rückholbarkeit der Endlagergebinde
- **Mögliche** Verschluss- und Versatzmaßnahmen
- **Mögliche** Maßnahmen zur Geringhaltung der Schädigung der wesentlichen Barrieren (Erkundung bis Stilllegung)

## Phase II und III – § 11 Abs. 1 EndlSiAnfV<sup>2</sup>

- Maßnahmen zur Gewährleistung der Rückholbarkeit
- Stilllegungs- und Verschlussmaßnahmen
- Verletzung des Gebirges im Endlagerbereich ist auf ein **unvermeidliches Ausmaß** zu **beschränken** (Abs. 4)

<sup>1</sup>: EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)

<sup>2</sup>: EndlSiAnfV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094)

# Vorläufige Auslegung des Endlagers in den Phasen II und III

Weitere Anforderungen an die Auslegung des Endlagers in den Phasen II und III (§ 11 EndlSiAnfV<sup>1</sup>):

- Sicherheitstechnische Anforderungen an die Endlagergebinde und Vorgaben für die Behandlung der darin enthaltenen Abfälle (Abs. 1)
- Es ist darzustellen, dass die Optimierung der Auslegung des Endlagers nach § 12 Absatz 2 EndlSiAnfV abgeschlossen ist (Abs. 2)
- Bei der Auslegung der untertägigen Bereiche des Endlagers sind Ergebnisse der Erkundung zu berücksichtigen (Abs. 3)
- Für alle technischen Komponenten des Endlagers sind die Bedingungen für einen sicheren Betrieb zu dokumentieren, zu begründen und zu berücksichtigen (Abs. 5)

<sup>1</sup>: EndlSiAnfV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094)

# Endlagerbehälterentwicklung

The image features three mineral specimens arranged on a reflective surface against a light grey background. On the left is a dark grey, porous rock. In the center is a large, clear, faceted crystal with a complex, multi-faceted structure. On the right is another dark grey, porous rock. The text 'Endlagerbehälterentwicklung' is overlaid in white on the left side of the image.

# 02

# Grundlegende Anforderungen an Endlagerbehälter

## Bericht „Grundlegende Anforderungen an Endlagerbehälter für hochradioaktive Abfälle“

(Stand: 31.03.2021, 104 Seiten)

### Inhalte:

- Betrachtete Regelwerke und Dokumente
- Behälterlebenszyklus
- Abgeleitete Anforderungen an Endlagerbehälter

Anhang: Wörtliche Zitierung von Dokumenten, die den Anforderungen zugrunde liegen

### URL:

[https://www.bge.de/fileadmin/user\\_upload/Standortsuche/Wesentliche\\_Unterlagen/Methodik/Phase I Schritt 2/Grundlegende Anforderungen an Endlagerbehaelter fuer hochradioaktive Abfaelle REV00 barrierefrei.pdf](https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodik/Phase_I_Schritt_2/Grundlegende_Anforderungen_an_Endlagerbehaelter_fuer_hochradioaktive_Abfaelle_REV00_barrierefrei.pdf)



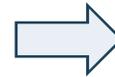
# Grundlegende Anforderungen an Endlagerbehälter – Auswertung Regelwerke

## Regelwerke<sup>1</sup>:

AtG, StandAG, StrlSchG, BBergG, WHG

EndlSiAnfV, StrlSchV, KlimaBergV, AtEV

ESK-Empfehlungen, insb. „Anforderungen an  
Endlagergebinde zur Endlagerung Wärme  
entwickelnder radioaktiver Abfälle“ (ESK 2016)



## Internationale Regelwerke:

IAEA, EURATOM, ICRP, WENRA

## Forschungsvorhaben:

ENTRIA



Abbildung 1: Regelpyramide, Quelle: "Bericht der Bundesregierung für die siebte Überprüfungskonferenz im Mai 2021 zur Erfüllung des Gemeinsamen Übereinkommens über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle", Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Bonn

<sup>1</sup>: Das Abkürzungsverzeichnis befindet sich am Ende dieser Präsentation.

# Behälterlebenszyklus – Phasen

- Phase von Beginn der Fertigung bis zum Ende des Einlagerungsvorgangs
  - Fertigung und Anlieferung
  - Beladung und Kontrolle
  - Transport und Einlagerung
- Phase der Rückholbarkeit
- Phase der Bergbarkeit
- Phase bis zum Ende des Bewertungszeitraums
  - Übergangsphase
  - Langzeitphase



# Anforderungen – Produktanforderungen an Endlagerbehälter

- Abschirmung ionisierender Strahlung<sup>1</sup>
- Aufnahme der hochradioaktiven Abfälle
- Einschluss radioaktiver Abfälle und Integrität des Endlagerbehälters
- Handhabbarkeit
- Herstellbarkeit
- Identifizierbarkeit
- Kritikalitätsausschluss
- Robustheit<sup>1</sup>
- Temperatur an der Behälteraußenwand<sup>1</sup>
- Temperatur im Behälterinneren
- Verträglichkeit mit anderen Barrieren

<sup>1</sup> ggf. durch weitere Maßnahmen  
(z. B. Verpackungen) umsetzbar

# Grundlegende Anforderungen an Endlagerbehälter – Anforderungen und Lebenszyklus

Zuordnung der Behälteranforderungen zum Behälterlebenszyklus		Phasen des Behälterlebenszyklus						
		bis zur Einlagerung			Rückholbarkeit	Bergbarkeit	Bewertungszeitraum	
		Fertigung und Anlieferung	Beladung u. Kontrolle	Transport u. Einlagerung			Übergangsphase	Langzeitphase
Produktanforderungen	Abschirmung ionisierender Strahlung <sup>1</sup>	-	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
	Aufnahme der hochradioaktiven Abfälle	-	x	-	-	-	-	-
	Einschluss radioaktiver Abfälle und Integrität des Endlagerbehälters	-	x	x	x	x	(x)	(x)
	Handhabbarkeit	x	x	x	x	x	-	-
	Herstellbarkeit	x	x	-	-	-	-	-
	Identifizierbarkeit	-	x	x	x	x	-	-
	Kritikalitätsausschluss	-	x	x	x	x	x	x
	Robustheit <sup>1</sup>	-	(x)	x	x	x	(x)	(x)
	Temperatur an der Behälteraußenwand <sup>1</sup>	-	x	x	x	x	x	x
	Temperatur im Behälterinneren	-	x	x	x	x	x	x
Verträglichkeit mit anderen Barrieren	-	-	x	x	x	x	x	

Tabelle 1: Zuordnung der Behälteranforderungen zum Behälterlebenszyklus

<sup>1</sup> ggf. durch weitere Maßnahmen (z. B. Verpackungen) umsetzbar

x Anforderung muss erfüllt werden

(x) Erfüllung der Anforderung ist abhängig vom Konzept erforderlich

# Behälterentwicklung – Vorgehensweise

Behälterentwicklung erfolgt **wirtsgesteinsspezifisch**, d. h. für jedes Wirtsgestein eine separate Bearbeitung

Reihenfolge (zeitversetzt):

- Kristallines Wirtsgestein (insb. ohne einschlusswirksamen Gebirgsbereich): Ausschreibung ist veröffentlicht (01/21)
- Tongestein
- Steinsalz



Abbildung 1: KBS-3 Endlagerbehälter von Finnland/Schweden für Kristallingestein  
Quelle: Posiva, Internetadresse:  
<https://www.posiva.fi/material/collections/20201009130515/7KylPkJWj/kapseli.jpg>, aufgerufen am 07.06.2021

# Behälterentwicklung – Ziele und Inhalte der Bearbeitung

- Darstellung des **Standes von Wissenschaft und Technik** und Konkretisierung der **Anforderungen** an Endlagerbehälter
- Anpassung, Optimierung und Erweiterung vorhandener und Ideensammlung für neue **Endlagerbehälterkonzepte** unter Berücksichtigung der Anforderungen an Endlagerbehälter sowie **begründeter Vorschlag von ein bis drei weiterzuverfolgenden Konzepten (pro Wirtsgestein)**
- **Detaillierung und konstruktive Auslegung** der ausgewählten Endlagerbehälterkonzepte unter Berücksichtigung der Anforderungen
- **Sicherheits- und Nachweiskonzept** einschl. **Arbeitsprogramm** für (nachlaufende) **Nachweisführung**

# Behälterentwicklung – Besondere Herausforderungen

## Rückholbarkeit

- Bis zum Beginn der Stilllegung
- Technische Einrichtungen sind vorzuhalten (Rückholung ist zu planen)
- Behälterintegrität, Einschluss der radioaktiven Stoffe
- Technischer/zeitlicher Aufwand Rückholung darf den Aufwand Einlagerung nicht unverhältnismäßig übersteigen

## Bergbarkeit

- Bis 500 Jahre nach dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers
- Mechanische Stabilität/ Handhabung
- Bei Handhabung keine Freisetzung von radioaktiven Aerosolen
- Auffind-/Identifizierbarkeit, umfassende Dokumentation

## Kristallingestein ohne ewG

- Behälter und geotechnische Bauwerke als wesentliche Barriere
- Sehr hohe Anforderungen an Korrosionsbeständigkeit über lange Zeiträume
- Erkenntnisse aus Finnland und Schweden können genutzt werden, Übertragbarkeit ist zu prüfen

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit! Sie wollen noch einmal nachlesen?



- **Die interaktive Einführung** zur Erstellung des Zwischenberichts und zu allen Kriterien und Anforderungen finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/zwischenbericht-teilgebiete/storymap-vollbild/>
- **Ihre Fragen und unsere Antworten** finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/fragen-und-antworten/>
- Den **Zwischenbericht Teilgebiete** mit allen Unterlagen und Anlagen finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/wesentliche-unterlagen/zwischenbericht-teilgebiete/>
- Eine **eigene Seite zu jedem Teilgebiet** finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/zwischenbericht-teilgebiete/liste-aller-teilgebiete/>
- Eine **interaktive Karte** mit allen Teilgebieten und identifizierten Gebieten sowie den ausgeschlossenen Gebieten finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/zwischenbericht-teilgebiete/>

Kontakt: [dialog@bge.de](mailto:dialog@bge.de)

[www.bge.de](http://www.bge.de)  
[www.einblicke.de](http://www.einblicke.de)



# Abkürzungen

- AtEV: Atomrechtliche Entsorgungsverordnung
- AtG: Atomgesetz
- BBergG: Bundesberggesetz
- EndlSiAnfV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung
- EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung
- ENTRIA: Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen
- ESK: Entsorgungskommission
- EURATOM: Europäische Atomgemeinschaft
- IAEA: International Atomic Energy Agency
- ICRP: International Commission on Radiological Protection
- KlimaBergV: Klima-Bergverordnung
- KTA: Kerntechnischer Ausschuss
- RSK: Reaktor-Sicherheitskommission
- SSK: Strahlenschutzkommission
- StandAG: Standortauswahlgesetz
- StrlSchG: Strahlenschutzgesetz
- StrlSchV: Strahlenschutzverordnung
- WENRA: Western European Nuclear Regulators Association
- WHG: Wasserhaushaltsgesetz



## **BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG**

**Bereich Standortauswahl**

Eschenstraße 55, 31224 Peine

**[www.bge.de](http://www.bge.de)**  
**[www.einblicke.de](http://www.einblicke.de)**



**@die\_BGE**