

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

Wenn ja: Warum gibt es weltweit kein Endlager für hochaktive Abfälle?

Also gibt es Fragen und Probleme? JA!

Welche? Naturwissenschaftlich-technische u. gesellschaftliche Probleme

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Inhalt:**

- Grundsätzliche Fragen der Beseitigung gefährlicher Abfälle,
- Warum Endlagerung in tiefen geologischen Formationen?
- Welche Alternativen zur Endlagerung gibt es?
- Nachweis der Sicherheit über extreme Zeiträume
- Rückholbarkeit v. Abfällen
- Entwicklung in Deutschland seit 1959
- neue Entwicklungen in Deutschland
- Ausblick
- Jobs & Quellen

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Grundsätzliche Fragen der Beseitigung gefährlicher Abfälle**
 - war es früher einfacher oder besser?
 - worin liegt die neue Qualität des „gefährlichen“?
 - und bei den radioaktiven Abfällen?

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Wie funktioniert ein Endlager?**

- durch Isolation der rad. Stoffe
- dies geschieht mit Barrieren (Behälter, **Versatz**, Dichtungen, Dämme, **ewG**, **Wirtsgestein**, Schachtverschluss) - sie sind funktional u. zeitlich aufeinander abgestimmt
- **Ziel der Endlagerung ist die langfristige, passive und nachsorgefreie Beseitigung der rad. Abfälle**
- dazu gehören auch ein sicherer (Bergwerks-)Betrieb und viele andere Dinge
- **Betriebsdauer: mehrere Jahrzehnte (!)**

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Warum Endlagerung in tiefen geologischen Formationen?**
 - große Entfernung zur Biosphäre
 - **langsame Stoffkreisläufe** (Gestein-Grundwasser-Boden-Ozean...)
 - Erfahrungen mit Bergbau
 - möglichst „dichte“ Gesteine auswählen
 - Kontrollmöglichkeiten im Bergwerk durch „anschauen“
 - kontrolliertes Verschließen des Endlagers
 - **passive Sicherheit** ohne Notwendigkeit der Kontrolle !

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Welche Alternativen zur Endlagerung gibt es?**
 - Endlagerung in Eis, Weltraum, Trockengebieten, Meeresboden, usw. -----
Nein!
 - Langzeitzwischenlagerung ---- (**zwangsläufig auch**)
 - Abtrennung u. Transmutation ---- **Nein!**
 - Endlagerung in tiefen Bohrlöchern
 - Rückholbarkeit der Abfälle (*später in Spezial 1*) ---- das Ziel ist dennoch Endlagerung!

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Nachweis der Sicherheit über extreme Zeiträume – worin liegt das Problem?**
 - was will, was muss ich nachweisen? Zukünftige Strahlendosis zukünftig lebender Menschen?
 - Welchen Zeitraum muss der Nachweis umfassen?
 - Wie kann der Nachweis geführt werden?
 - Ist es überhaupt ein Nachweis im strengen Sinne?

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **was will, was muss ich nachweisen?**
 - niemand darf einen „Schaden“ abbekommen (z.B. „Grenzwert“ 0,1 mSv/a bzw. 1 mSv/a) – dauerhafter **Schutz von Mensch u. Umwelt**
 - Vermeidung unzumutbarer Lasten u. Verpflichtungen für **künftige Generationen**
 - den Einschluss der Radionuklide im **einschlusswirksamen Gebirgsbereich** (vollständiger oder sicherer Einschluss)
 - Nachweis der **Integrität und Robustheit** der Sicherheitsfunktionen

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

Welchen Zeitraum muss der Nachweis umfassen?

- **1 Million Jahre ! (früher Diskussion über 10.000 a)**
- **Begründet wird der Zeitraum mit der Möglichkeit geolog. Prognosen**
- **Nach einer Mio. Jahre sind etliche Radionuklide noch nicht zu „ungefährlichem“ zerfallen**

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Wie kann der Nachweis geführt werden?**
 - **Über Modellrechnungen/Simulationen**
 - **über Analoga (z.B. Metallkorrosion)**
 - **über sonstige wissenschaft. Erkenntnisse (z.B. Schadstoffausbreitung in Gesteinen u. Grundwasser – Diffusion, Advektion)**
 - **über Szenarienentwicklung**

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- Ist es überhaupt ein Nachweis im strengen Sinne?
 - **Nein!** (kein mathematischer/physikalischer Nachweis)
 - Es handelt sich um einen „**Plausibilitätsnachweis**“
 - Er ist das Beste, was man tun kann (z.B. Experimente über lange Zeiträume sind nicht möglich)

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

Spezial 1: Rückholbarkeit radioaktiver Abfälle aus dem Endlager

- Überwachung (Monitoring) des EL über ??? Jahre
- bei Fehlfunktion Abfälle rausnehmen
- sieht gut aus, führt zu **neuen Problemen**:
- was soll man messen? Messergebnisse richtig? Langzeitprozesse erfassbar? Wer trifft die Entscheidung übers rausnehmen?
- Sicherheitsaspekte: Offenstehen des Endlagers, mehr offene Hohlräume, Gefahr der Proliferation/Safeguards, usw
- aus **ethischer Sicht nicht lösbar** (heutige gegen zukünftige Generationen)
- Ziel ist letztendlich auch die Endlagerung!

Meiner Meinung nach eine Fehlentwicklung!

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Spezial 2: Wirtsgesteine für ein Endlager**

- Wirtsgesteine: Salz, Ton/Tonstein, Mergel, Kristalline Gesteine, vulkan. Gesteine
- Welches Gestein ist am Besten? **Keines!**
- alle haben Vor- u. Nachteile

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

Zuständigkeiten bei der Endlagerung:

- BfE: **Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit** ist Regulierungs- u. Genehmigungsbehörde (früher: Bundesländer)
- BGE: **Bundesgesellschaft für Endlagerung** betreibt das Standortauswahlverfahren und die (alten) Endlagerstandorte (früher BfS)
- und andere

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Entwicklung in Deutschland seit 1959**

- seit Beginn der sechziger Jahre Salz als Wirtsgestein,
- 1977 wird der Salzstock Gorleben „ausgewählt“
- viel Kritik an Gorleben, aber **starres Festhalten** am Kurs
- 1998 – 2001 Akend
- 2011 Ausstiegsbeschluss aus Atomenergie
- 2013 Standortauswahlgesetz mit Beteiligung der Öffentlichkeit
- heute: Standortauswahl (3 Wirtsgesteine)

-weltweite Entwicklung?

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- **Neuere Entwicklungen in Deutschland**

- Neue kriteriengestützte Standortauswahl mit klar definierten Schritten (Ziel: der **relativ beste Standort**)
- Dabei Berücksichtigung gesellschaftlicher Interessen im Sinne eines **fairen Verfahrens**
- **Sicherheitsanforderungen** an die Endlagerung von 2010 sind ein Fortschritt gegenüber den sogenannten Kriterien von 1983
- Insbesondere die Konzentration auf die **Isolation der Schadstoffe im ewG** ist ein Fortschritt

Sind alle Fragen zur Endlagerung schon gelöst?

- Fazit:

- in den vergangenen Jahren sind Fortschritte in Richtung auf eine sichere Endlagerung in Deutschland erzielt worden.
- Es verbeiben immer noch einige knifflige offene Fragen, die beantwortet werden müssen.
- Es existiert keine perfekte Lösung für die Beseitigung der radioaktiven Abfälle, aber die Endlagerung ist immer noch die **relativ beste Lösung**.

Quellen und Jobs

BfE: www.bfe.bund.de

BGE: www.bge.de

GRS: www.grs.de (Gesell. f. Reaktor- u. Anlagensicherheit)

BGR: www.bgr.bund.de (Bundesanstalt für Geowiss.)

www.endlagerdialog.de (krit. Seite zur Endlagerung)

www.nuclearwaste.info (krit. Seite zur Endlagerung, Schweiz)

www.nirs.org (alles um Atomkraft, Entsorgung usw.)

www.esk.de/de/home