

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Jürgen Kreuzsch, intac-GmbH Hannover

Süddeutsche Atommüll-Tagung, 16.11.2013, Ulm

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Inhalt

- Wirtsgesteine für die Endlagerung,
- Sonstige Anforderungen an Endlagerstandorte,
- Wie sieht es in Süddeutschland aus?
- Was benötigt man sonst noch für Endlager?

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Ausgangspunkt: Was tun mit den radioaktiven Abfällen?

Lösung(en):

- Endlagerung in tiefen geologischen Gesteinsschichten (mit u. ohne Rückholbarkeit), kontrollierte Langzeitlagerung, Abtrennung & Transmutation, ...

Gefahren:

- Toxizität (Giftigkeit) der Abfälle (radioaktiv u. chem.-toxisch)
- z.T. sehr lange „Lebenszeit“ (Halbwertszeit), z.T. „unendlich“
- Lösung und Transport in (Grund-)Wasser, ggf. gasförmig (z.B. Tritium)
- Trotz Tiefenlagerung langfristig Gefahr der Schadstoffwanderung in die Biosphäre / zum Menschen
- **Niemand kann die Zukunft (exakt) vorhersagen!**

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Welche Anforderungen müssen die Wirtsgesteine erfüllen?

- **Durchlässigkeit:** Möglichst dicht (keine / geringe Wasserdurchlässigkeit)
- **Festigkeit:** Möglichst „stabil“ (geomechanisch / bergmännisch)
- **Temperaturleitfähigkeit:** Möglichst wenig wärmeempfindlich (bestr. Brennelemente, HAW)
- **Sorptionsverhalten:** Möglichst hohe Sorptionsfähigkeit (Radionuklidrückhaltung)
- **Lösungsverhalten:** möglichst geringe Löslichkeit unter Wassereinfluss
- Und weitere

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Tab. 1: Endlagerrelevante Eigenschaften potenzieller Wirtsgesteine.

<i>Eigenschaft</i>	<i>Steinsalz</i>	<i>Ton/Tonstein</i>	<i>Kristallingestein (z. B. Granit)</i>
Temperaturleitfähigkeit	hoch	gering	mittel
Durchlässigkeit	praktisch undurchlässig	sehr gering bis gering	sehr gering (ungeklüftet) bis durchlässig (geklüftet)
Festigkeit	mittel	gering bis mittel	hoch
Verformungsverhalten	viskos (Kriechen)	plastisch bis spröde	spröde
Hohlraumstabilität	Eigenstabilität	Ausbau notwendig	hoch (ungeklüftet) bis gering (stark geklüftet)
In-situ Spannungen	lithostatisch isotrop	anisotrop	anisotrop
Lösungsverhalten	hoch	sehr gering	sehr gering
Sorptionsverhalten	sehr gering	sehr hoch	mittel bis hoch
Temperaturbelastbarkeit	hoch	gering	hoch

günstige Eigenschaft
 ungünstige Eigenschaft
 mittel

Quelle: BGR 2007

Jürgen Kreuzsch, intac-GmbH Hannover, Süddeutsche Atommüll-Tagung, 16.11.2013, Ulm

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

FAZIT:

- Das „beste Wirtsgestein“ gibt es nicht! Die Güte des Wirtsgesteins ist immer standortabhängig.
- In Deutschland kommen vorrangig Salz- und Tongesteine in Frage. Kristallin erfordert gravierende Konzeptänderung.
- Die (Langzeit-)Sicherheit hängt nicht nur vom Wirtsgestein ab, sondern auch von technischen Barrieren (Versatz, Abdichtungen).
- Der **einschlusswirksame Gebirgsbereich** (ewG) ist die entscheidende Komponente des Endlagersystems. Er umfasst den Teil des EL-Systems, der im Zusammenwirken mit techn. Verschlüssen den Einschluss der Abfälle sicherstellt.

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Sonstige Anforderungen an EL-Standorte, Teil 1:

➤ **Ausschlusskriterien:**

- großräumige Hebungen $< 1 \text{ mm/a}$
- keine aktiven Störungszonen
- seismische Aktivitäten $<$ als Erbebenzone 1 (DIN 4149)
- kein quartärer oder zukünftig zu erwartender Vulkanismus

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Sonstige Anforderungen an EL-Standorte, Teil 2:

➤ **Mindestanforderungen:**

- Mächtigkeit ewG mindestens 100 m
- Tiefenlage Oberfläche des ewG mindestens 300 m
- Endlagerbergwerk sollte nicht tiefer als 1.500 m liegen
- keine Gebirgsschlaggefährdung
- ewG muss eine sehr geringe Gebirgsdurchlässigkeit aufweisen

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

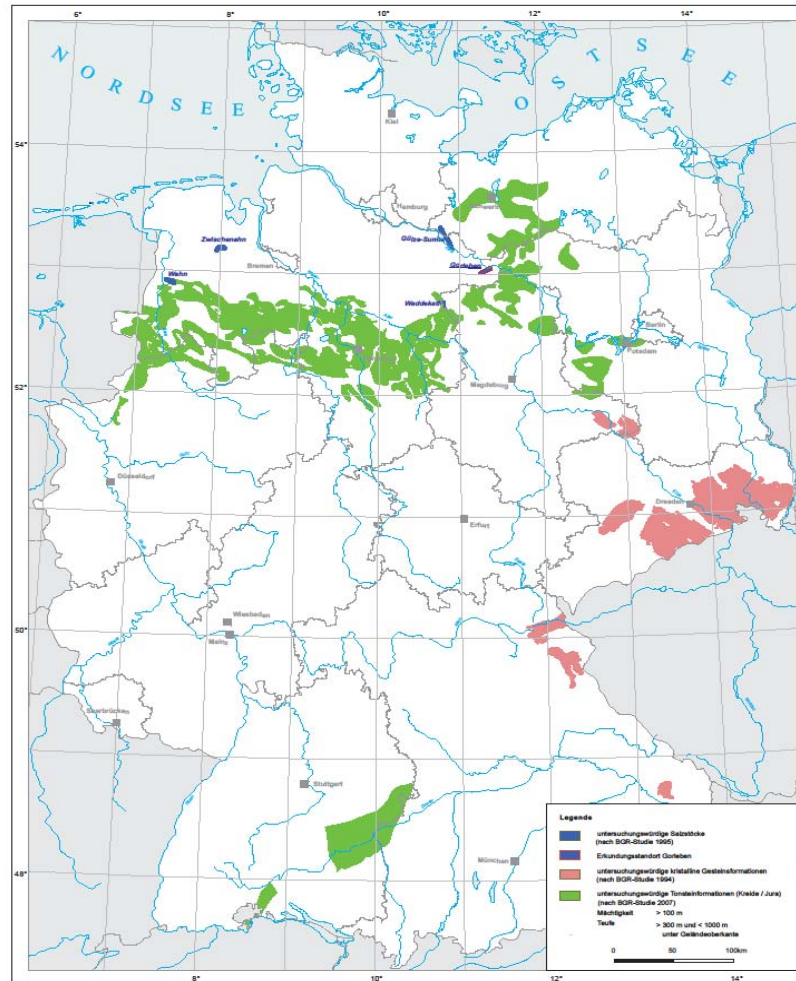
Teilergebnis 1:

- Es gibt verschiedene Wirtsgesteine, in denen endgelagert werden kann.
- Die Eignung eines Wirtsgesteins hängt aber von den standortspezifischen Bedingungen ab!
- Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen müssen beachtet werden.
- Ein Wirtsgestein kann hervorragend sein, aber die immer notwendigen **technischen Barrieren** müssen entsprechende langzeitwirksame Qualitäten aufweisen!

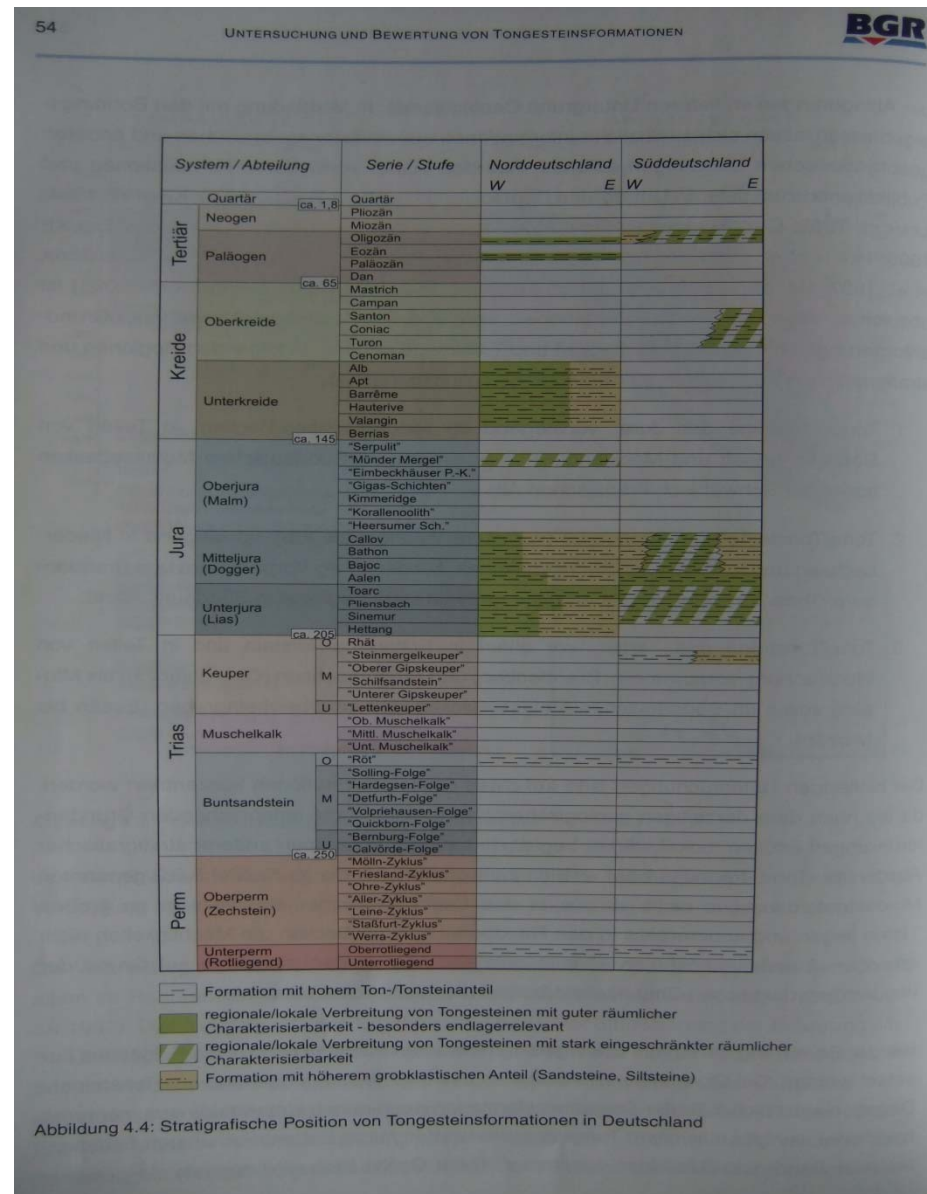
Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Teilergebnis 1: Wirtsgesteine in Deutschland

Untersuchungswürdige Wirtsgesteinsformationen Ergebnisse der regionalen BGR-Studien



Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?



Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Wie sieht es in Süddeutschland aus?

- In Frage kommen nur Tongesteine der **Opalinuston**formation des Mittleren Jura (Dogger),
- Opalinuston besteht aus dunkelgrauem bis schwarzem Tonstein mit eingelagerten Silt- und Sandlinsen sowie Karbonatkonkretionen.
- Opalinuston ist ausgesprochen **homogen** ausgebildet (Vorteil bei Erkundung u. Bewertung)

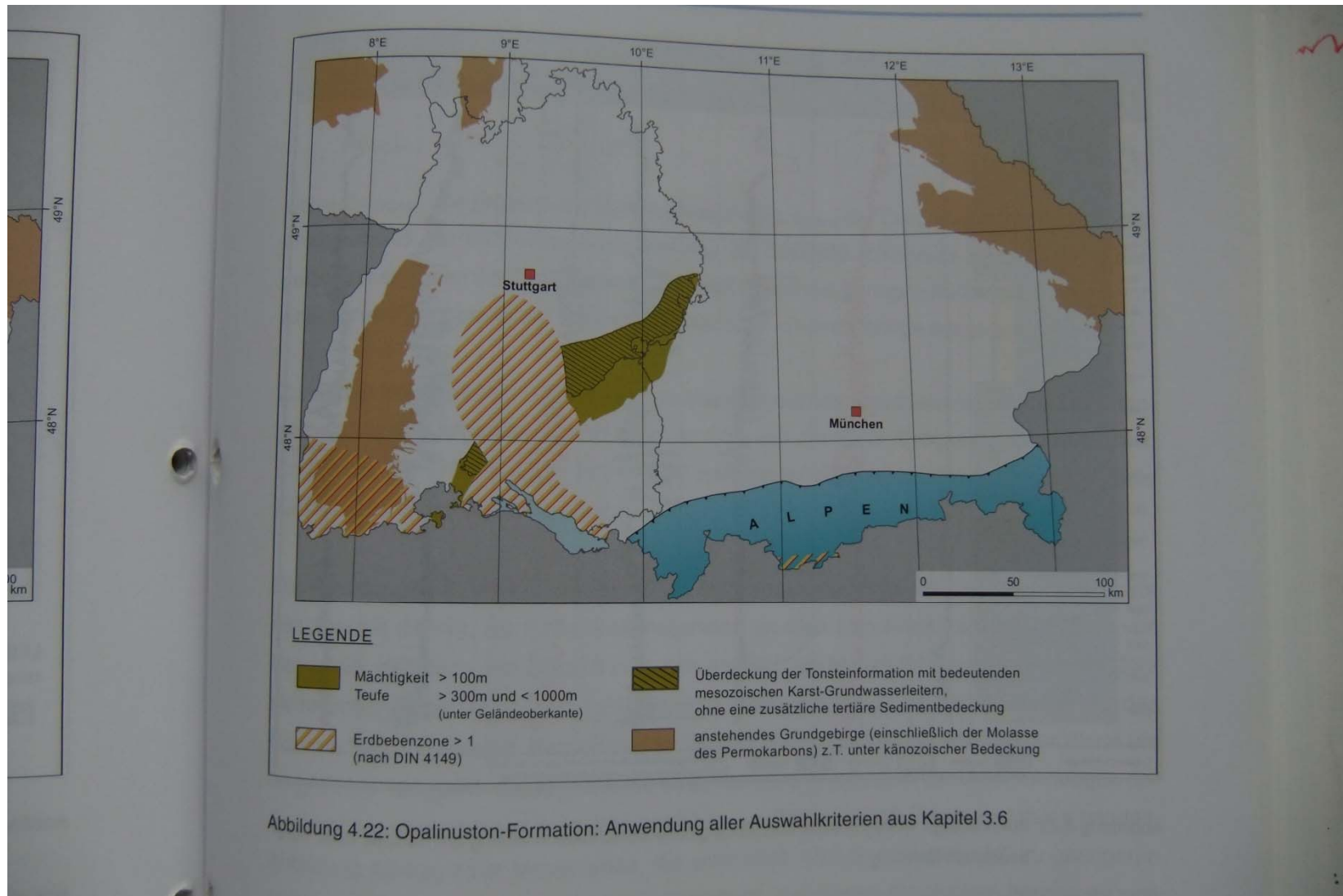


Abbildung 4.22: Opalinuston-Formation: Anwendung aller Auswahlkriterien aus Kapitel 3.6

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

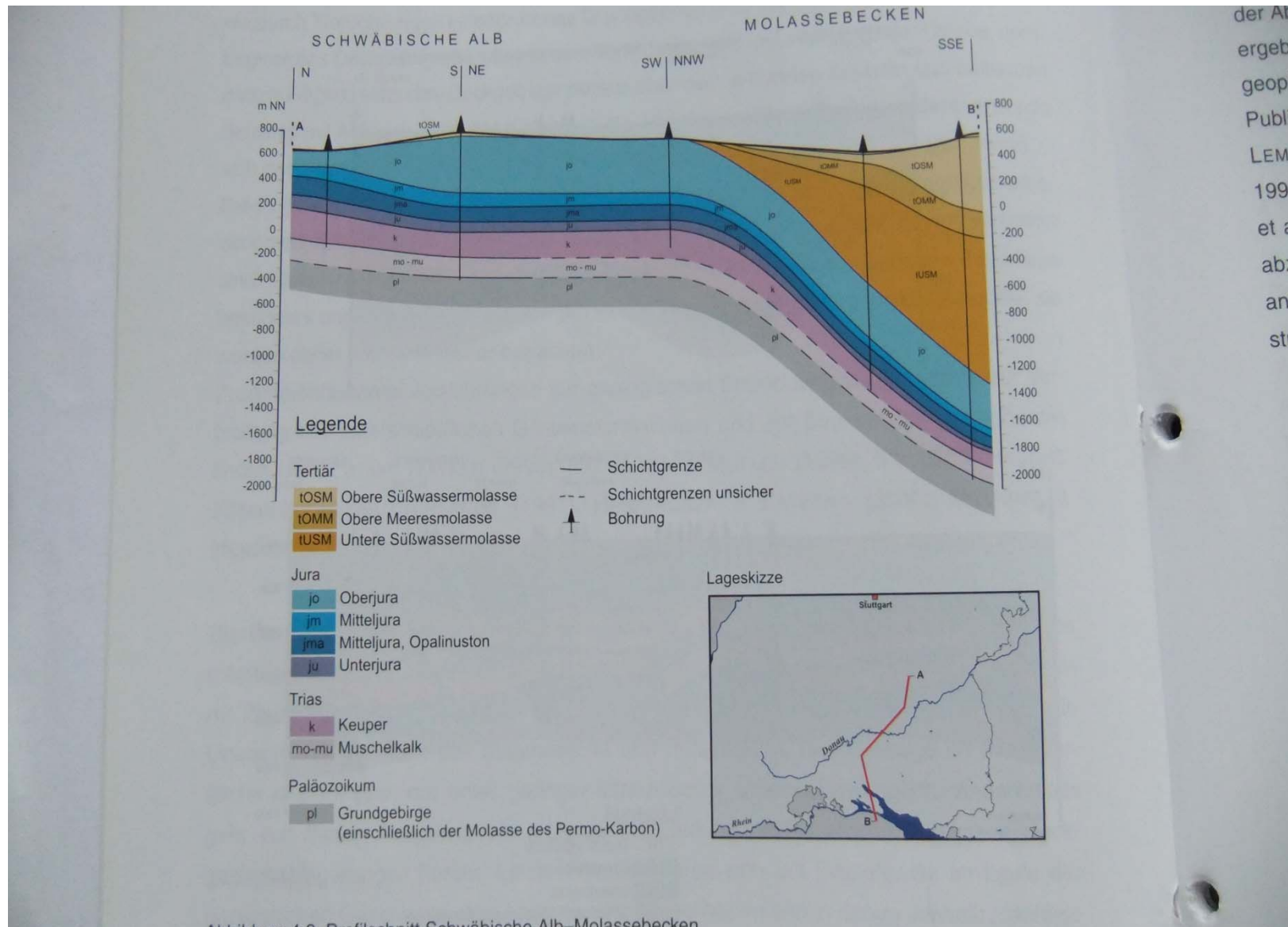


Abbildung 4.2: Profilschnitt Schwäbische Alb-Molassebecken

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?



Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Was benötigt man zusätzlich für ein Endlager?

- **Vergleichskriterien** (geol., raumplanerisch, sozioökonomisch)
- Verfahren zur vergleichenden Bewertung
- Endlagerkonzept (Art u. Menge der Abfälle, wie endlagern usw.)
- **Langzeitsicherheitsnachweis** (ca. 1 Mio Jahre)!
- **Beteiligungsverfahren** !

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Was benötigt man noch für ein Endlager?

➤ Vergleichskriterien:

- **geologisch**: z.B. Grundwasserbewegung, Konfiguration der Gesteine, Rückhaltevermögen, Charakterisierbarkeit usw.
- **planungswissenschaftlich**: z.B. Wassernutzung, Naturschutz, Überschwemmungsgebiete- Mensch u. Siedlung usw.
- **sozioökonomisch**: wirtschaftliche Entwicklung der Endlagerregion (Arbeitsmarkt, Investitionen, Wohnungsmarkt usw.)

Unabdingbar ist die vergleichende Bewertung mittels geeignetem Verf.

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Was benötigt man noch für ein Endlager?

- Langzeitsicherheitsnachweis (für ca. 1 Mio Jahre):
 - Analyse der zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten (Szenarien),
 - Modellierung der RN-Ausbreitung,
 - Integrität der ewG bzw. der geolog. Barrieren,
 - weitere Untersuchungen....

Achtung: LZS-Nachweis ist kein Beweis!! („Indizienbeweis“)

Welche Gesteine benötigt man für ein sicheres Endlager? Braucht man sonst noch etwas?

Was benötigt man noch für ein Endlager?

➤ Beteiligungsverfahren:

- gemeinsame Zielvorstellung (was will man, z.B. Rückholung?),
- Wirksame Bürgerbeteiligung (plus materielle Ressourcen),
- d.h. Beteiligung an Entscheidungsfindung,
- d.h. Beteiligung an der Vertretung regionaler Interessen,
- Klare Trennung der Verfahrensbeteiligten,
- **unabhängiges Kontrollgremium** zur Einhaltung der „Spielregeln“,
- Freiwilligkeit? Beteiligungsbereitschaft?

Ohne wirksame Beteiligung wird ein Endlager nicht durchsetzbar sein!

Schlussfolgerungen:

- Geeignete Wirtsgesteine sind vorhanden
- Bei der Suche nach einem Endlager müssen aber noch weitere Aspekte berücksichtigt werden
- Ohne wirksame Beteiligung der Bevölkerung an Entscheidungen ist ein Endlager kaum durchzusetzen
- Die Konsequenzen des Scheiterns der Endlagersuche werden mit großer Wahrscheinlichkeit nicht erfreulich sein!