

## Gruppe 2:

# Wissen und Wissenslücken zum Wirtsgestein Tonstein

Ergebnisse aus der Diskussionsrunde  
Herr Lux / Herr Geckeis

## Mögliche Themen

---

- Zuverlässigkeit einer Standortcharakterisierung – Inhomogenitäten im Lagerstättenbau / geotektonische Schwachstellen / Erkundung
- Endlagerkonzepte
- Bautechnische Machbarkeit / Einlagerungstechnik
- Stilllegung und Verschluss
- Monitoring und Rückholbarkeit
- Langzeitsicherheitsnachweis
  - Grundlegende physikochemische Prozesse und Modellannahmen für das Tonsteingebirge, die geotechnischen und die technischen Barrieren jeweils unter Endlagereinwirkungen
  - Wechselwirkung / Kopplung von physikochemischen Prozessen
  - prognostische Simulationen (Modellierung und Simulation von TH2MC-Prozessen )
  - Sicherheitsanalysenmethodik
  - Szenarien-Entwicklung (FEP-Katalog)
  - Prognosezuverlässigkeit des Simulationsinstrumentariums (Verifikation, Validation, on site-confirmation / Qualitätssicherung)

(1) Zuverlässigkeit einer Standortcharakterisierung – Inhomogenitäten im Lagerstättenbau / geotektonische Schwachstellen



---

**Ergebnisse aus der Diskussion in Gruppe 2**

**Bekannt:**

- Tonstudie der BGR weist untersuchungswürdige Formationen in Norddeutschland/Süddeutschland anhand AkEnd-Kriterien aus
- Daten zu Tonsteinformationen sind international (Schweiz, Frankreich) verfügbar; Daten aus Schweizer Untersuchungen auf grenznahe Opalinustonschichten in Baden-Württemberg übertragbar

**Zu tun:**

- Überprüfung der Anwendbarkeit des ewG-Prinzips auf Wirtsgestein Ton
- Überprüfung der Übertragbarkeit international vorhandener Daten
- Zu Opalinuston in Süddeutschland und den Unterkreideformationen in Norddeutschland liegen viele wichtige Informationen (Hydrogeologie, Störungen, Interkalationen) nicht vor und sind zu erarbeiten
- Definition erforderlicher Informationen, die zu Tonsteinformationen in Deutschland für Entscheidungen des Standortauswahlverfahren erforderlich sind und erhoben werden müssen
- Prüfen neuer Daten bzw. Methoden zur Charakterisierung (z.B. Geothermische Rasteruntersuchungen; Bohrungen; obertägige Erkundung)

---

### Ergebnisse aus der Diskussion in Gruppe 2

#### **Bekannt:**

- Generische Konzepte zur Endlagerung in Tongestein in Deutschland sind vorhanden (Projekt ANSICHT)
- Endlagerkonzepte in Frankreich, Schweiz teilweise übertragbar
- Erhaltung des ewG erfordert Teufen von 700-800 m für ein Endlager im Tonstein in Norddeutschland (Möglichkeit der Bildung tiefer eiszeitlicher Rinnen)
- Daten zur Behälterkorrosion in Tonporenwässern vorhanden, um Standzeit abschätzen zu können

## (2) Endlagerkonzepte

---

### Ergebnisse aus der Diskussion in Gruppe 2

#### Zu tun:

- Technische Einlagerungs- und Rückholkonzepte tonspezifisch weiterentwickeln und anpassen
- Tonspezifische Behälterkonzepte möglichst früh erarbeiten (Entwicklungszeit ca. 10 Jahre), wobei auch neue Materialien (Keramik) zu betrachten sind
- Einfluss mikrobiologischer Aktivitäten auf Behälterkorrosion berücksichtigen (Einfluss auf Standzeit)
- Referenzendlager entwickeln mit Nutzung des Optimierungspotenzials hinsichtlich Flächenbedarf (konfigurative Gestaltung der Ablagerungsbereiche und der Zugänge)
- zulässige Maximaltemperatur Bentonit / Gebirge signifikant unterschiedlich (150°C versus 80-90°C)
- massiver Ausbau erforderlich
- Auswirkungen auf Sicherheitsanalysen ermitteln

---

Ergebnisse aus der Diskussion in Gruppe 2

**Bekannt:**

- Endlager im Tonstein bergbautechnisch auch in 700 m Teufe grundsätzlich machbar
- Ausbauaufwand in Tonstein-Endlager in großen Teufen wird erheblich

**Zu tun:**

- Abstimmung der Barrierefunktion (Versatz, Verschlussysteme) aufeinander (funktional und zeitbezogen)
- Bewertung des Einflusses der Ausbaurückbildung auf Barrierefunktion
- Bewertung des Einflusses von Gasbildung
- Betriebssicherheitsaspekte berücksichtigen
- Vorhandene Techniken zur Einlagerung/Rückholung testen, anpassen, weiterentwickeln (nicht zeitkritisch)
- Erfahrungen der Nachbarländer nutzen

### (3) Bautechnische Machbarkeit / Einlagerungstechnik

---

#### Ergebnisse aus der Diskussion in Gruppe 2

#### Zu tun (Fortsetzung):

- EDZ-Entwicklung / Rückbildung im Tonsteingebirge in Folge Entsättigung, Resättigung und Temperaturänderungen einschätzen / konstruktiv beachten
- Kenntnisse zur Versatzkompaktion im Tonsteingebirge verbessern (Quelldruck, Konvergenz, hydraulische Eigenschaften)
- Wechselwirkung zwischen Anforderungen an Rückholbarkeit und Anforderungen an Offenhaltung berücksichtigen

## (4) Stilllegung und Verschluss



---

### Ergebnisse aus der Diskussion in Gruppe 2

#### **Bekannt:**

- Ergebnisse zu geeigneten Verschlusssystemen in BMWi/EU geförderten Projekten verfügbar (EBS)
- Internationale Konzepte vorhanden, um Gasdruckaufbau zu beherrschen (Einrichten von Pufferbereichen, Ausschluss von Gasfracking)

#### **Zu tun:**

- vorhandene Verschlusskonzepte (Nachbarländer) anpassen und weiterentwickeln
- Versuche ggfs. standortspezifisch erforderlich
- konkrete ingenieurtechnische Durchbildung von Querschnittsabdichtungs-systemen vornehmen (zeitabhängige Entwicklung der integralen Permeabilität)

## (5) Monitoring und Rückholbarkeit



---

### Ergebnisse aus der Diskussion in Gruppe 2

#### **Bekannt:**

- in laufenden EU-Projekten (MODERN) werden Monitoring-Konzepte entwickelt
- Schweizer Konzept des „Pilotendlagers“ erlaubt Rückschlüsse auf die grundsätzliche Entwicklung des Systems, nicht die Endlagerüberwachung

#### **Zu tun:**

- wegen hoher Relevanz in Bezug auf Akzeptanz dringend konzeptionelle Planungen erforderlich
- Festlegung von erforderlichen Messwerten, Messmethoden und Beurteilungsmaßstäben (was soll gemessen werden und wozu?)
- Entwicklung von Monitoringsystemen (z.B. Messtechnik in EBS und Anzeige Messwerte übertage oder Überfahrungssohle mit Überwachung untertage)
- Rückwirkung Monitoring-System / Anforderungen an Rückholbarkeit auf Endlagerkonzept beachten
- Monitoring im Betrieb entwickeln (Anfangsdaten)

## (6) Langzeitsicherheitsnachweis

---

### Ergebnisse aus der Diskussion in Gruppe 2

#### Bekannt:

- FEP-Kataloge in Schweiz, Frankreich verfügbar
- Grundlegendes Verständnis der Transport- / Rückhalteprozesse vorhanden

#### Zu tun:

- Standortdaten für deutsche Tonsteinformationen (fast) nicht vorhanden und sind zu erheben.
- FEP-Kataloge für Tonstein-Endlager in Deutschland entwickeln (Opalinuston, Kreideton)
- offene Fragen zu geochemischen und mikrobiologischen Prozessen an Beton / Ton / Behälter, Grenzflächen und ihr Einfluss auf Radionuklidverhalten
- Gasentwicklung von größerer Relevanz als in Steinsalz wegen höherer Verfügbarkeit von Wasser
- Weiterentwicklung von Methoden zur Simulation von gekoppelten Prozessen und zum Zweiphasenfluss (TH2MC)
- Qualitätssicherung von Simulationsinstrumentarien (Benchmarks)
- Erarbeitung von eigenen Erfahrungen in Verbindung mit einem Untertagelabor (repräsentatives Wirtsgestein)