

Gruppe 3:

Wissen und Wissenslücken zum Wirtsgestein Kristallin

Ergebnisse aus der Diskussionsrunde
Herr Rahn / Herr Fischer-Appelt

Verbreitung



- Verglichen mit Skandinavien eher kleinere, isolierte Vorkommen im Osten
- Vortrag Hr. Dr. Weber (BGR):

Die Kristallinvorkommen Deutschlands sind ausgewiesen und geologisch kartiert. Aus den bisherigen Bergbauerfahrungen und geologischen Befunden geht hervor, dass in Deutschland homogene und ungeklüftete Bereiche im Kristallin in einer für die Errichtung eines Endlagerbergwerkes notwendigen räumlichen Ausdehnung nicht zu erwarten sind.

„Kristallin ist nicht gleich Kristallin“



- Starke tektonische Überprägung von Kristallin im Alpenvorland (Schweiz)
- Eher geringere tektonische Beanspruchung in Skandinavien
- Wie ist diesbezüglich die Situation in Deutschland (Mittelgebirge)?
- Vorteil deutsches Kristallin: Keine signifikante glaziale Erosion in der Vergangenheit (Im Vergleich zu Skandinavien oder der Schweiz)

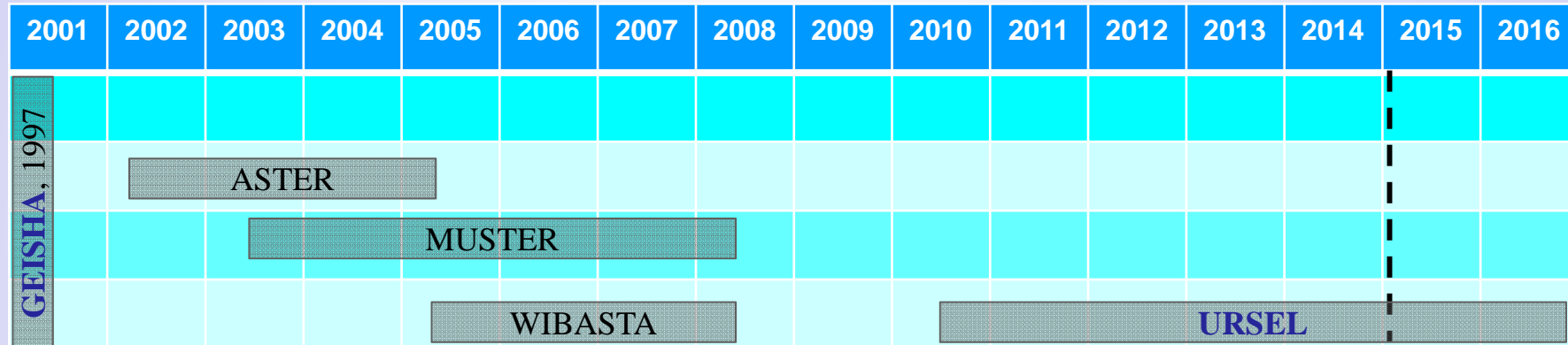
- Weicht stark von den Sicherheitskonzepten zu Endlagersystemen in Tonstein und Salz ab
- Wirksamkeit des Einschlusses hängt im Kristallin schwerpunktmäßig von den technischen Barrieren (im Wesentlichen von der langfristigen Behälterintegrität) ab
 - Schwerpunkt der Nachweisführung liegt auf technischen Barrieren
 - Wirtsgestein weist eher integritätsbewahrende (insb. mechanischer Schutz) denn einschlusswirksame Sicherheitsfunktionen auf



- Sicherheits- und Nachweiskonzept ist für deutsche Verhältnisse noch zu entwickeln (inkl. Rückholbarkeit und Bergbarkeit)
- FuE-Bedarf (gemäß Hr. W. Bollingerfehr, DBE Technology):
 - **Entwicklung eines Sicherheits- und Sicherheitsnachweiskonzeptes („sicherer Einschluss“ oder Alternative dazu)**
 - **Darauf zugeschnittenes Konzept zur Auslegung, zum Betrieb und zum Verschluss eines Endlagerbergwerkes**
 - **Erste Ideenskizze für zukünftiges Forschungsvorhaben**
- Adaption skandinavischer Sicherheitskonzepte auf deutsche regulatorische Anforderungen, Abfallarten und geologische Verhältnisse sollte geprüft werden.

Bisherige Forschungsprojekte in Deutschland

(aus Vortrag von Hr. W. Bollingerfehr, DB Technology)



FuE-Vorhaben zur Konzeptentwicklung für ein HAW-Endlager in Kristallin:

- GEISHA:** Gegenüberstellung von Endlagerkonzepten in Salz und Hartgestein (Federführung FZK; heute KIT)
- ASTER** Anforderungen an die Standorterkundung für HAW-Endlager im Hartgestein
- MUSTER** Untersuchungen zum thermo-hydraulischen Verhalten von Bentonit-Barrieren im Granit
- WIBASTA** Untersuchungen zur Wirksamkeit des geologischen und geotechnischen Barrierensystems im Hinblick auf die Standortauswahl in magmatischen Gesteinen
- URSEL** Untersuchungen zur Robustheit der Sicherheitsaussage zu HAW-Endlagersystemen in magmatischen Gesteinen

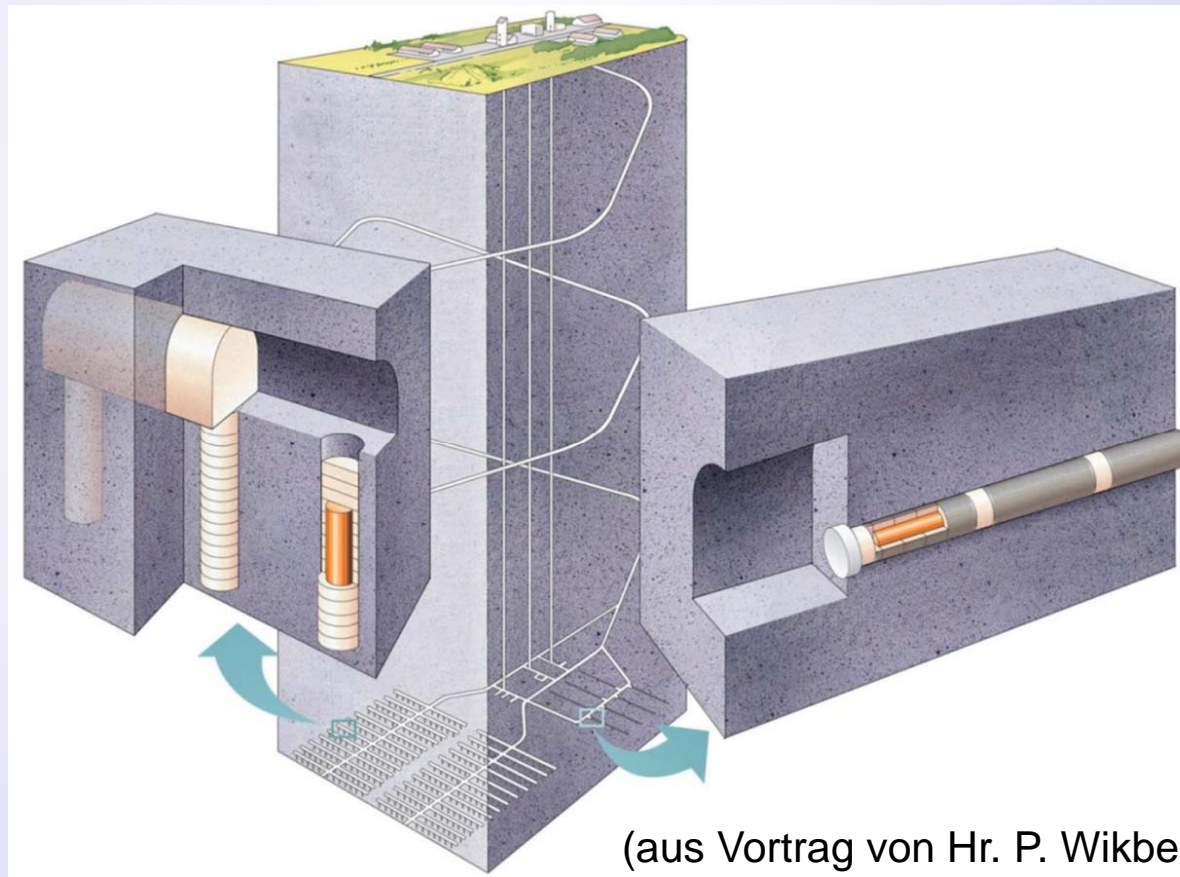
Endlagerkonzepte für Kristallinstandorte

Stand W+T Deutschland entspricht GEISHA-Vorhaben (Gegenüberstellung von Endlagerkonzepten in Salz und Hartgestein):

- Abschätzungen für ein HAW-Endlager in Hartgestein in Deutschland – aber bislang keine konkrete Konzeptentwicklung und keine technische Planung

Endlagerkonzept

- Strecken- oder Bohrlochlagerung möglich (s. KBS-3 Konzept)



F+E-Bedarf KBS-3

- Geomechanische Stabilität (isostatische Auflast, Scherbeanspruchungen, Kupferfließen etc.)
- Kupferkorrosion (anaerob), Sulfidkorrosion, stress corrosion cracking
- Geochemische Stabilität von Bentonit (Bentonit-Korrosion), ggf. Synergieeffekte mit Forschung zu Tonstein
- Einfluss von Mikroben auf das geochemische Milieu
- ...

(aus Vortrag von Hr. P. Wikberg, SKB)

Kristallin aufgeben?

- Frankreich und die Schweiz haben Option Kristallin aufgegeben:
 - Frankreich: Bei untersuchtem Standort Vienne war durch die Perforation der überlagernden Sedimentdecken die Einschlusswirkung des Endlagersystems am Standort nicht mehr gegeben.
 - Schweiz: Nordschweizer Kristallin von alten Trögen durchzogen und alpin tektonisch überprägt. Ein Nachweis von vertikalen (wasserführenden) Störungen war methodisch nicht möglich.

Fragen für die Diskussionsrunde Kristallin 1

- Ist es korrekt, dass ein Sicherheitskonzept für Kristallinstandorte völlig anders ist als ein Sicherheitskonzept in Salz und Ton in dem Sinne, dass das Wirtsgestein eigentlich nur sehr beschränkt als Barriere wirkt? Bedeutet dies, dass die Forschung und Entwicklung sich stark auf die technischen Barrieren fokussieren sollte (mit Ausnahme der Standortevaluation)?
- Wird das KBS-3-Behälterkonzept der Schweden als ein erfolgversprechendes Konzept auch für Deutschland angesehen?
- Inwiefern ist das KBS-3-Konzept auf einen Kristallinstandort in Deutschland übertragbar?

Fragen für die Diskussionsrunde Kristallin 2

- Wie gehen wir mit dem Problem um, dass Endlagerkonzepte für Kristallinstandorte in Deutschland im Vergleich zu den anderen potentiellen Wirtsgesteinen am wenigsten weit entwickelt sind, und gleichzeitig Zweifel bestehen, dass in Deutschland ausreichende Kristallinareale bestehen, die über die für die Endlagerung erforderlichen Gesteinseigenschaften (z.B. geringe Klüftigkeit) verfügen (vgl. Präsentation Hr. Dr. Weber, BGR)
- Soll Deutschland das Konzept der Hauptlast der geologischen Barriere für die Einschlusswirksamkeit eines Endlagersystems aufgeben und stattdessen auf die langfristige Integrität technischer Barrieren setzen?
- Wie ist der ewG im Kristallin zu definieren?

Diskussionsergebnisse Kristallin 1

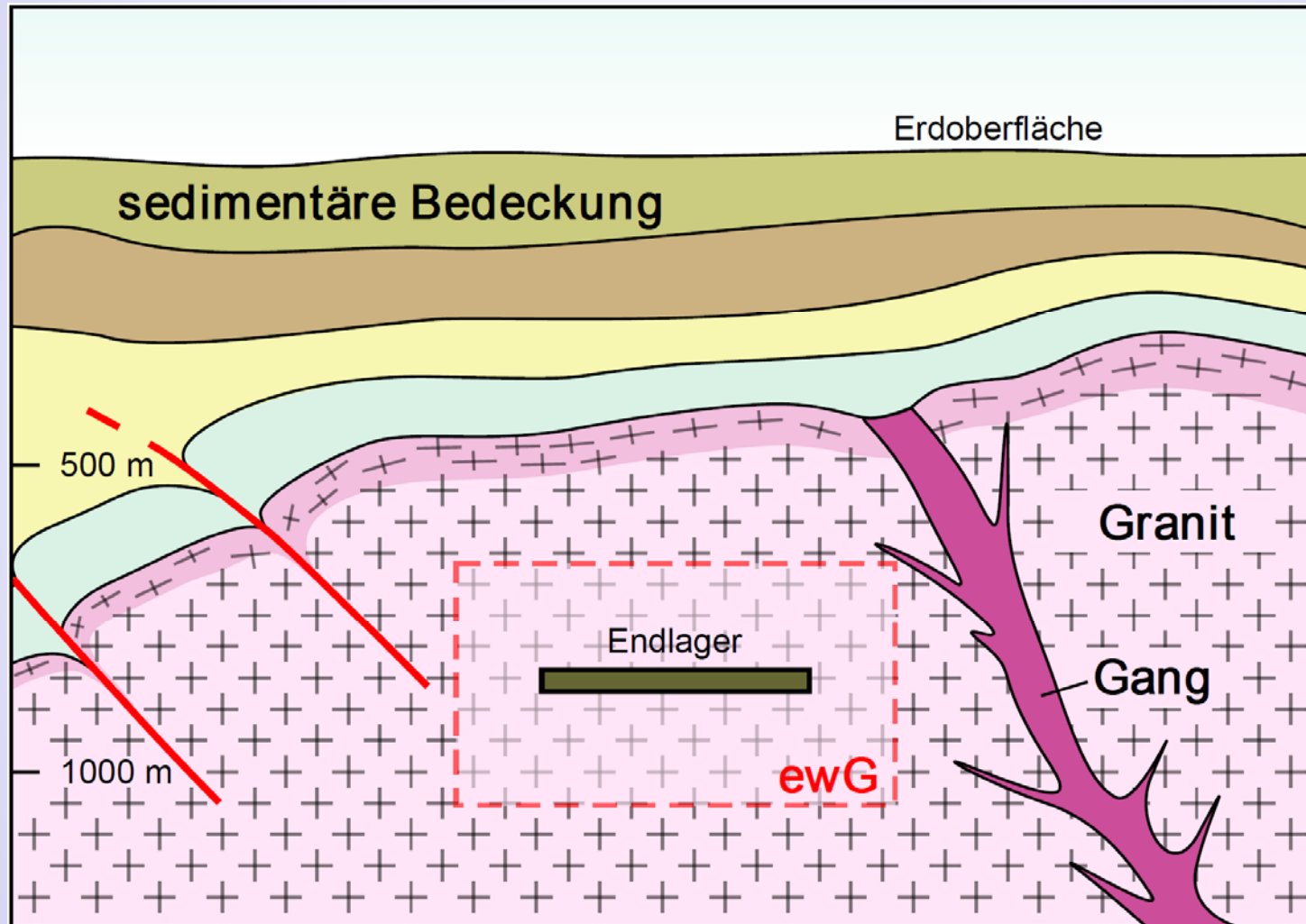
- Konsens: Sicherheits- und Endlagerkonzepte in Deutschland im Vergleich zu Salz und Ton am wenigsten weit entwickelt
- Konsens: Seit der Kristallinstudie der BGR wenig neue geologische Erkenntnisse zu den Kristallinvorkommen.
- Konsens: (geo)techn. Barrieren sind sicherheitskonzeptionell wichtiger als bei anderen Wirtsgesteinen
- Konsens: International bestehen fortgeschrittene Sicherheits- und Endlagerkonzepte
- Prämisse: Kristallin wird in Deutschland zumindest mittelfristig Wirtsgesteinsoption bleiben
- Aber: Wenn zukünftig kein signifikanter geologischer Vorteil erkannt wird, macht dann umfangreiche F+E für technische Komponenten Sinn?

Diskussionsergebnisse Kristallin 2

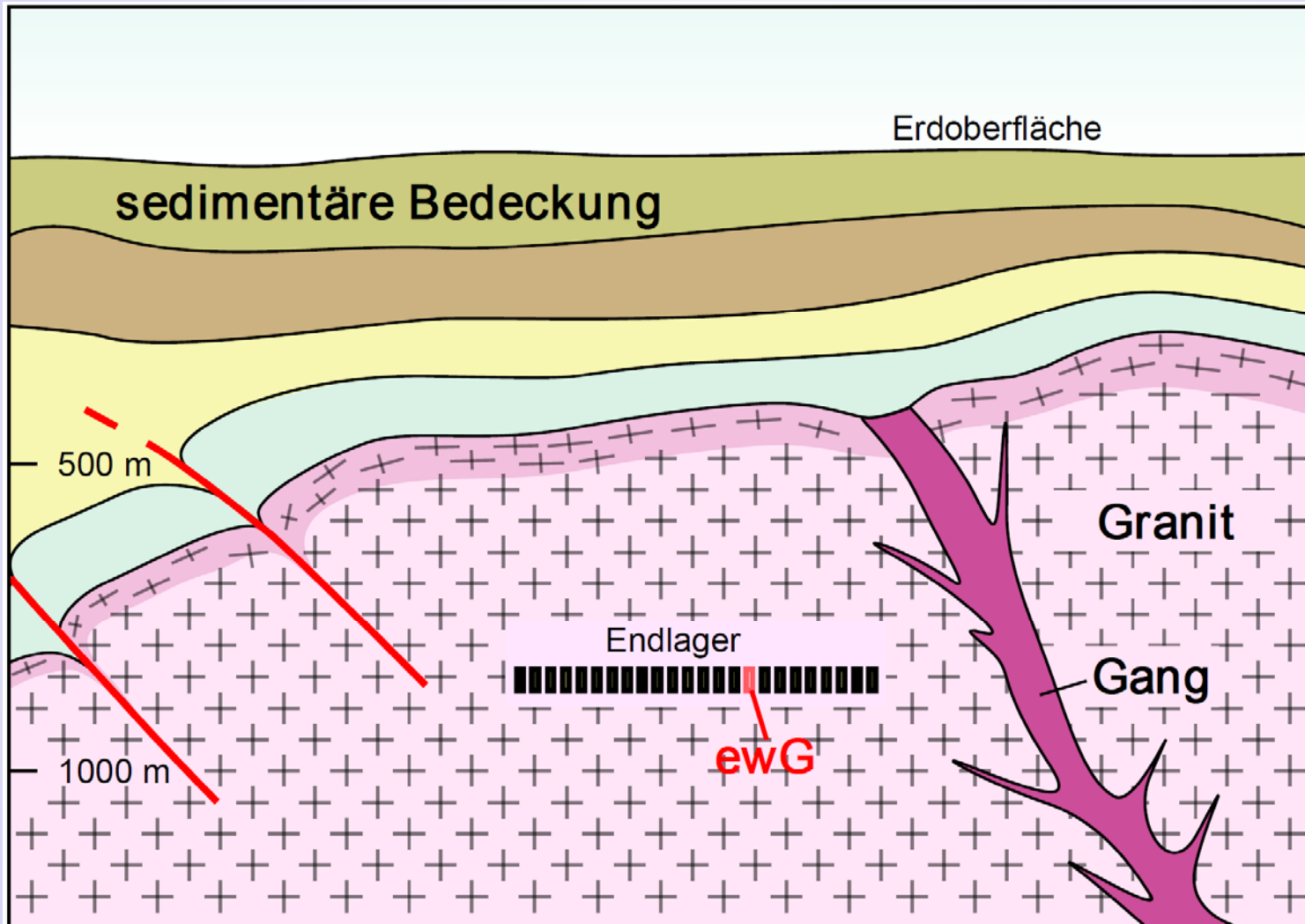
Wesentlich:

- Besteht die Möglichkeit, den deutschen Kristallinarenal einchlusswirksame Sicherheitsfunktion zuzuweisen und die BMU-Sicherheitsanforderung (Diffusion > Advektion) zu erfüllen?
 - Falls Ja (Fall 1): ewG im Wirtsgestein ausweisbar, sicherheitskonzeptionell ähnlicher zu Tonstein und Salz, Problematik der Heterogenität (Klüfte)
 - Falls Nein (Fall 2): ewG umfasst einen Behälter und endet an der Außenkante Bentonit: ► Mehrere 1.000 „Einzel-ewGs“

Fall 1: Wirtsgestein ist Teil des ewG



Fall 2: EwG auf Behälter und Backfill beschränkt



Fall 1: Wirtsgestein ist Teil des ewG

- Aus derzeitiger Sicht wenig wahrscheinlich, dass wir in Deutschland Areale finden, bei denen dem Wirtsgestein signifikante Einschlusswirksamkeit zugewiesen werden kann.
- Anforderung BMU: Advektiver Transport < Diffusion (qualitative Anforderung an alle Wirtsgesteine)
- F+E: Wesentlich: Kriterien für Kristallin (z.B. mechan./geochem. Beeinträchtigung, Aktivität von Störungen)
- F+E: Standortevaluation ist prioritär (Erkundungsmethoden, Kriterien etc.)

Fall 2: EwG auf Behälter und Backfill beschränkt

- **Paradigmenwechsel:** Einschlusswirkung liegt allein bei technischen Barrieren (Problem der Prognostizierbarkeit), Wirtsgestein weist integritätsbewahrende Sicherheitsfunktionen auf
- Generell: Akzeptierten wir die Abkehr von der geologischen Barriere als wesentlicher Teil der Einschlusswirksamkeit eines Endlagersystems?
- Problem: In Deutschland haben wir 10.000 Behälter, statistisches Behälterversagen im 10er Bereich ist wahrscheinlich, Null-Freisetzung kann nicht unterstellt werden.

Diskussionsergebnisse Kristallin 5

Rückholbarkeit

- Machbarkeitsnachweis ggf. einfacher (Standfestigkeit des Kristallins), wichtiger noch: Behälterstandzeit ist bereits konzeptionell gegeben. Einzelrückholbarkeit wichtig (wg. Klüften)

Prozedural:

- Gesellschaftliche Akzeptanz: Aufgrund wasserführender Klüfte schwer zu vermitteln, ewG ohne Wirtsgestein ebenfalls problematisch
- F+E: Wie ist aufgrund des abweichenden Sicherheitskonzeptes die Vergleichbarkeit zu Endlagersystemen in Salz und Tonstein (dort: Schwerpunkt = geologische Barriere) gegeben?
- Formal: Grenznähe der Kristallingebiete

Übertragbarkeit KBS-3-Konzept

- Deutschland: Behälter für HAW (Glas) und MOX vorhanden (sehr langsames Abklingverhalten), bei KBS-3-Behältern werden komplette Brennelemente eingelagert, Behälterbeladung durch einzelne Brennstäbe wäre aber vorteilhaft für die „thermische Verdünnung“ der Zerfallswärme von MOX-Brennstäben durch Uran-Brennstäbe
- Konsequenzen bei der zusätzlichen Einlagerung von nichtwärmeentwickelnder Abfällen (z.B. salzhaltige Asseabfälle) für die geochemische Stabilität von Behälter und Bentonit

Diskussionsergebnisse Kristallin 7

F+E-Bedarf: Wie umfangreich?

- Wie holen wir F+E-mäßig den Rückstand der Entwicklungen von Sicherheits- und Endlagerkonzepten zu Kristallin möglichst schnell auf?
- Zumindest, soweit für Standortsuche wichtig (verlässliche Basis für Standortvergleich):
 - F+E: Kupferkorrosion, geochem. Millieu (in Deutschland unterschiedlich)
 - F+E: Vergleichbarkeit mit Endlagersystemen in Salz und Tonstein (Schwerpunkt geologische Barriere) aufgrund des abweichenden Sicherheitskonzeptes
 - F+E: Wesentlich sind Kriterien für Kristallin (z.B. bzgl. mechan./geochem. Beeinträchtigung, Aktivität von Störungen)

Diskussionsbeiträge im Plenum:

- Anwendung des ewG-Ansatzes „Einschlusswirkung von Schichten außerhalb des Wirtsgesteins“ (Konrad-Modell des AkEnd) auf Endlagersysteme im Kristallin prüfen.