

# FuE-Vorhaben KoBrA

## AP2 : Randbedingungen und Einwirkungen aus Geologie und Handhabung

Sabine Prignitz<sup>1</sup>, Wilhelm Bollingerfehr<sup>2</sup>,  
1: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH  
2: BGE TECHNOLOGY GmbH

Workshop  
Berlin, 19.02.2020

# Inhalt

## 1) Zielsetzung und Vorgehensweis

## 2) Physikalische, chemische und biologische Randbedingungen

## 3) Handhabungstechnische und betriebliche Prozesse

- Handhabung über Tage
- Transport nach unter Tage
- Einlagerungskonzepte, Betriebsstörungen, Störfälle
- Rückholungskonzepte

## 4) Fazit

# Zielsetzung und Vorgehensweise

- Ermittlung der relevanten Randbedingungen und Beanspruchungsgrößen für die Konzeption und Auslegung von Endlagerbehältern auf Basis der Sicherheitsanforderungen, der Ergebnisse der Endlagerkommission, des StandAGs und den bislang bekannten Forschungsergebnissen
  - ✓ Dazu zählen physikalisch, chemische und biologische Randbedingungen und handhabungstechnische und betriebliche Prozesse beim Normalbetrieb, bei Betriebsstörungen und bei Störfällen nach heutigem Stand der Technik
  - ✓ Bewertung der ermittelten Randbedingungen hinsichtlich der Auftretenswahrscheinlichkeit und Relevanz für das Gesamtsystem

# Physikalisch, chemische und biologische Randbedingungen

## Physikalische

- mechanische (z.B. petrostatischer Druck als Funktion der Teufenlage und der Gesteinsart)
- thermische (Temperaturen der Umgebung, Wärmeleistung des Inventars)
- hydraulische (Anwesenheit von Wasser (Tonstein, Kristallingestein))

## Chemische:

- radiologische (Inventar)
- organische Materialien
- Wechselwirkungen der Materialien (Korrosion, etc.)

## Biologische

- Mikroben
- Pilze

# Handhabungstechnische und betriebliche Prozesse

## Normale Betriebsabläufe, Betriebsstörungen und Störfälle bei

- Transport über Tage
  - ✓ Anlieferung per LKW, Bahn
  - ✓ Abfallannahme
  - ✓ Pufferlagerung
  - ✓ Transport bis zum Schacht/zur Rampe
- Transport nach unter Tage
  - ✓ über einen Schacht
  - ✓ über eine Rampe
- Transport unter Tage
  - ✓ Umladevorgang (Schacht/Strecke)
  - ✓ Transport zum Einlagerungsort
- Einlagerung
  - ✓ in horizontale Strecken/Tunnel
  - ✓ in horizontale Bohrlöcher
  - ✓ in vertikale Bohrlöcher (kurz/lang)
- Rückholung
  - ✓ aus Strecken
  - ✓ aus Bohrlöchern

# Transport über Tage

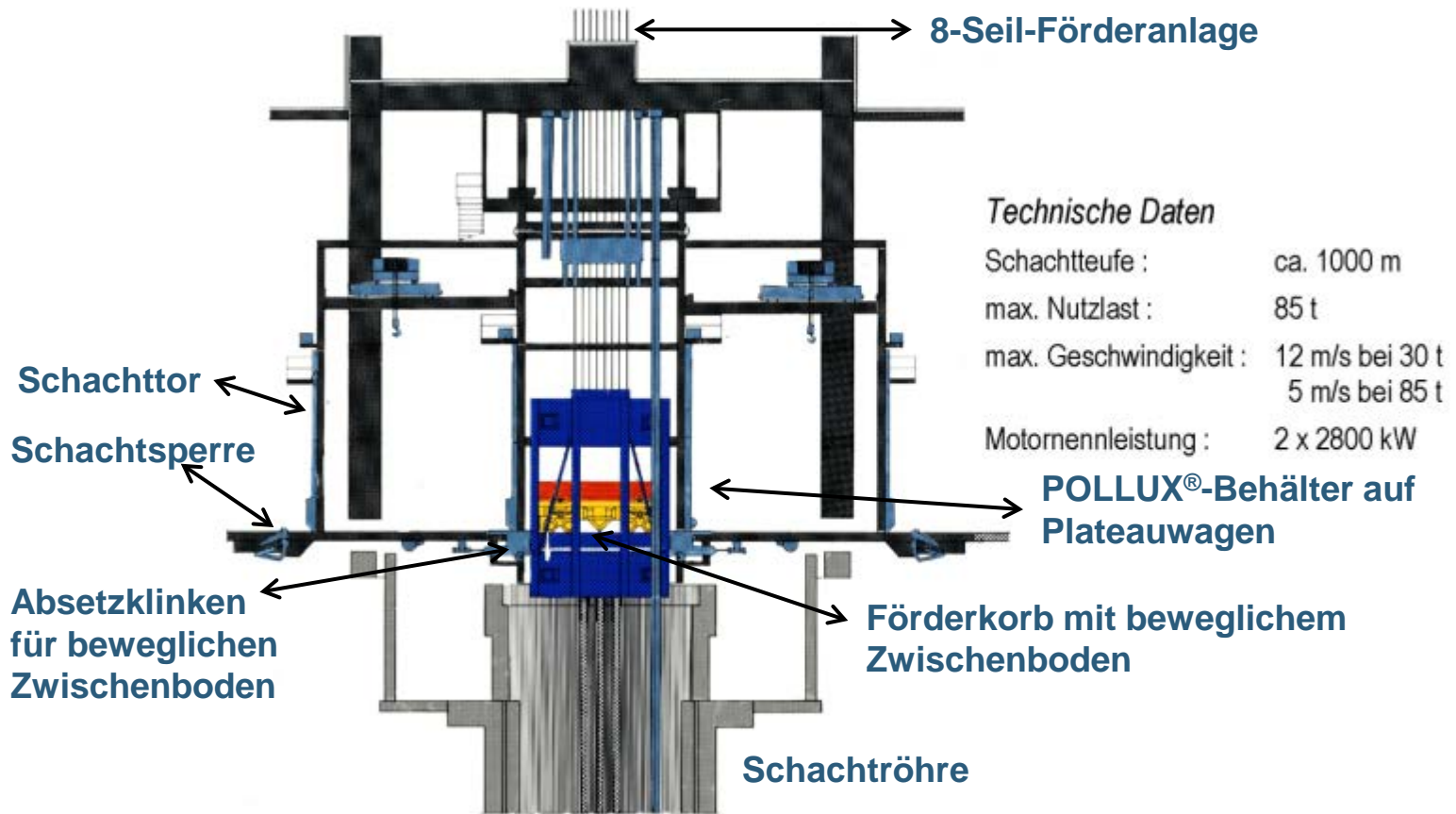
## Tagesanlagen

- 1 BE/HAA-Verpackungsanlage
- 2 Werkstatt
- 3 Feuerwehrgebäude
- 4 Transportbehälterreinigungsanlage
- 5 Betriebsabfallbehandlungsanlage und Garagen
- 6 Zugang zu geologischem Tiefenlager
- 7 Elektrogebäude

- 8 Lüftungsanlage
- 9 LMA-Verpackungsanlage
- 10 Aufbereitungsanlage Verfüll- und Versiegelungsmaterialien
- 11 Administrationsgebäude
- 12 Besucherzentrum
- 13 Anlieferungsterminal
- 14 Zugschleuse
- 15 Fahrzeugschleuse

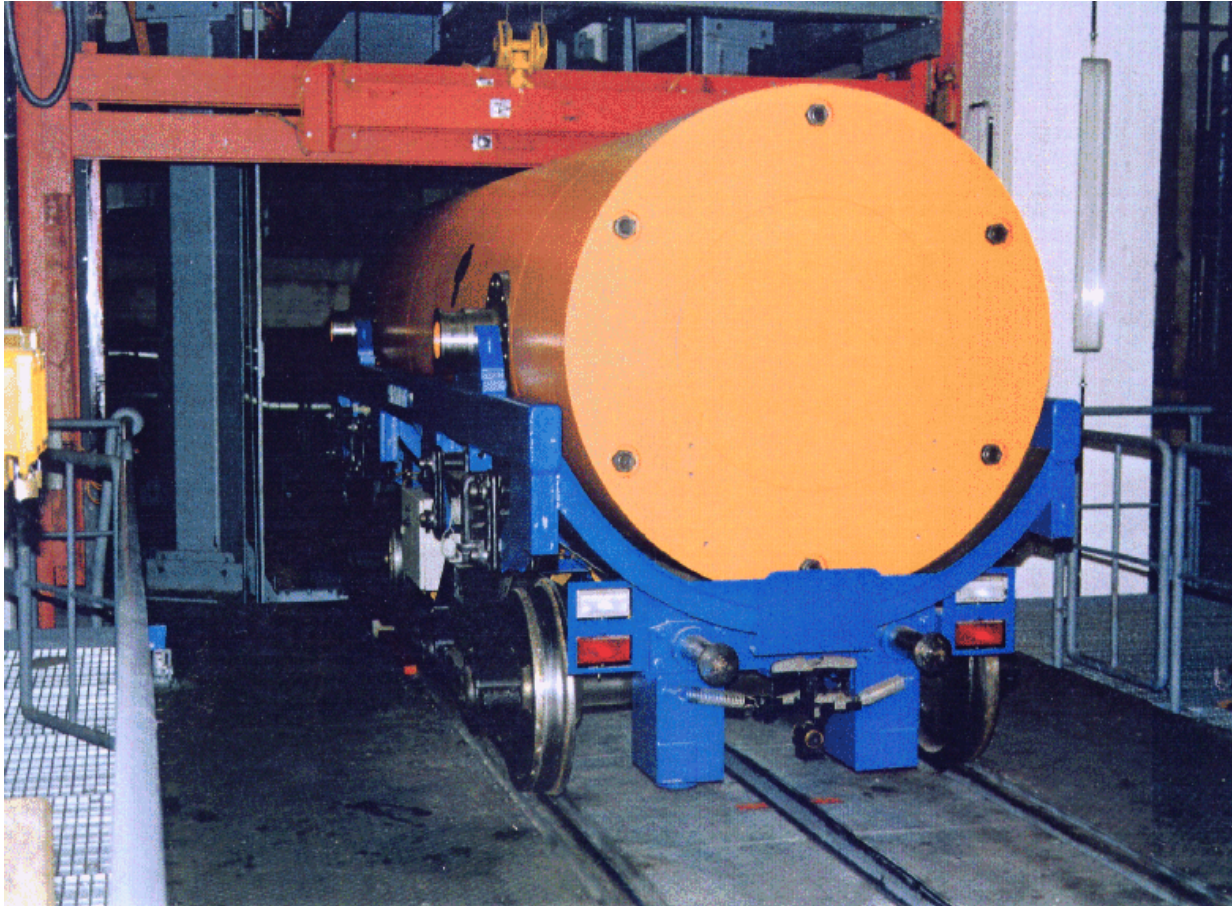


# Transport nach unter Tage (1/2)



## Konzept einer Schachtförderanlage (Längsschnitt) zum Transport von POLLUX®-Behältern

## Transport nach unter Tage (2/2)



**Foto vom Versuchsstand zur Erprobung einer Schachtförderanlage für POLLUX<sup>®</sup>-Behälter (Beladevorgang)**



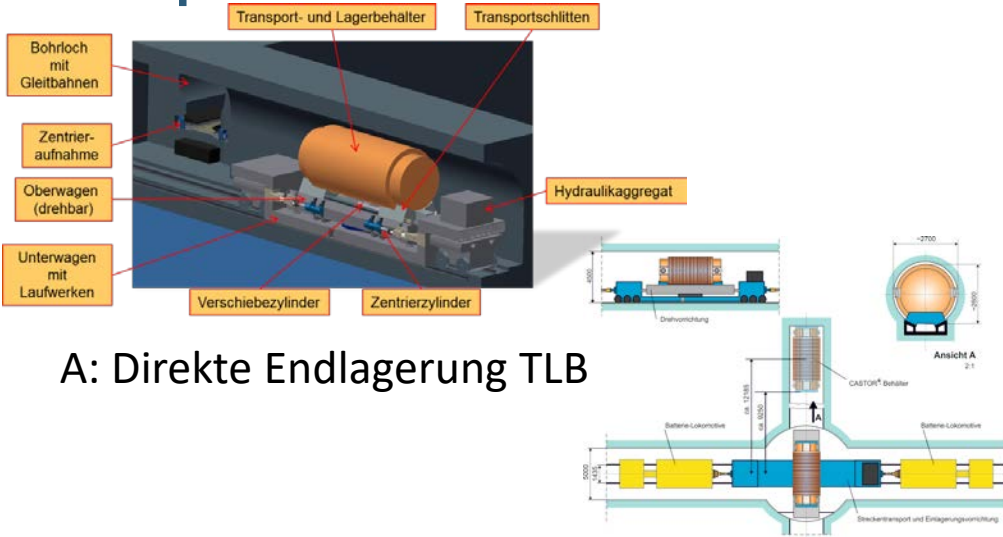
## Transport unter Tage



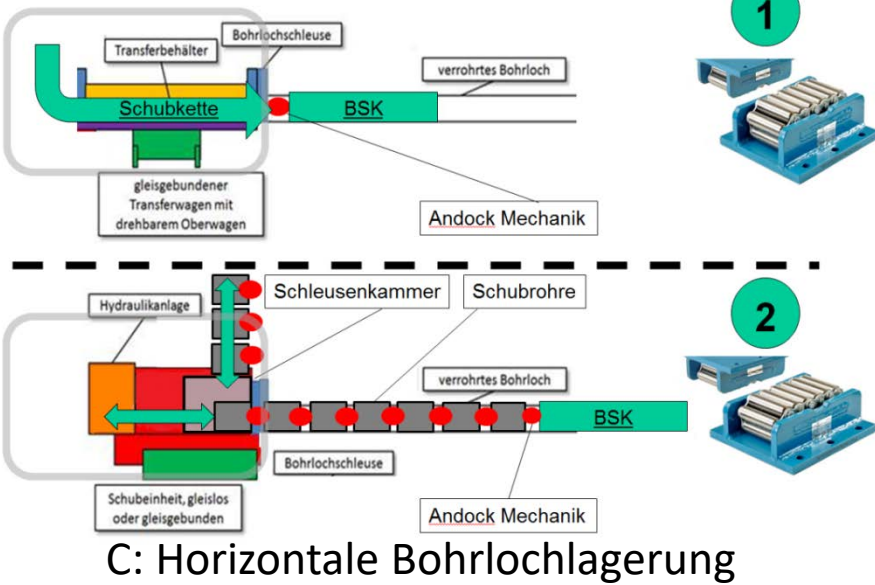
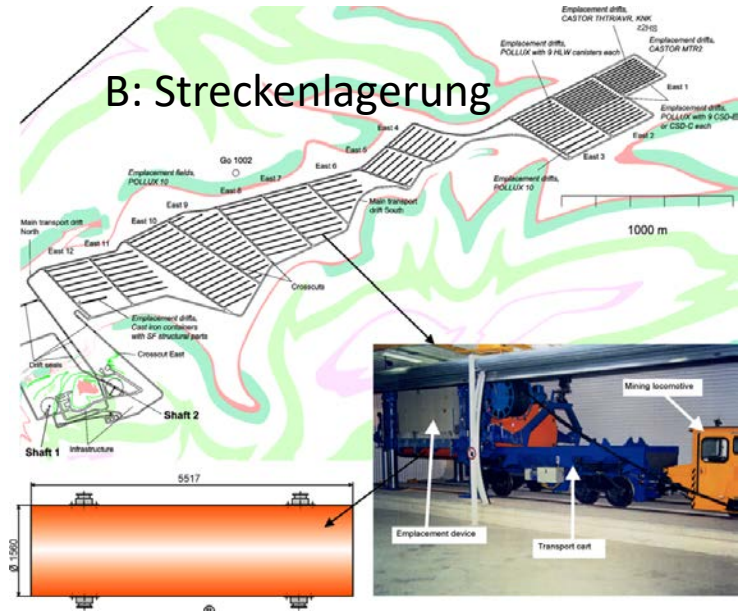
**Foto: Plateauwagen mit Transferbehälter für die vertikale Bohrlochlagerung von Brennstabkokillen**

# Einlagerungskonzept – Steinsalz Beispiel:

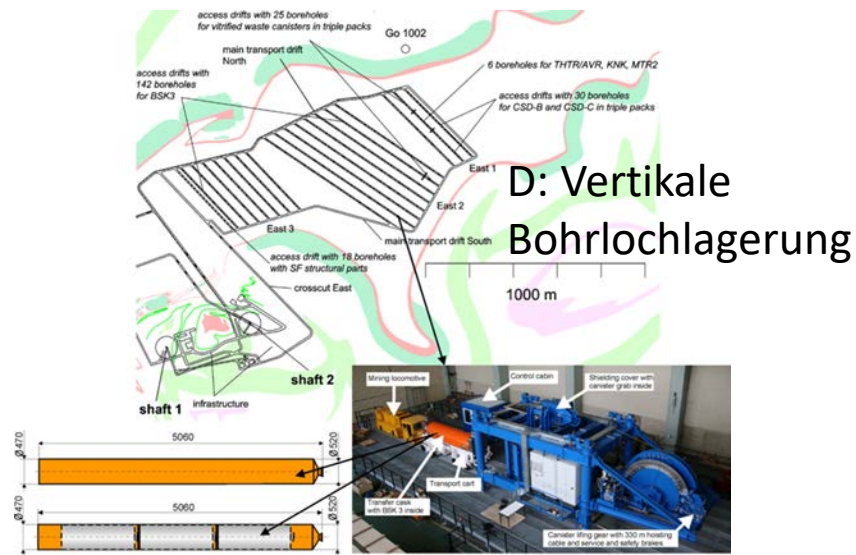
## A: Direkte Endlagerung TLB



## B: Streckenlagerung



## C: Horizontale Bohrlochlagerung



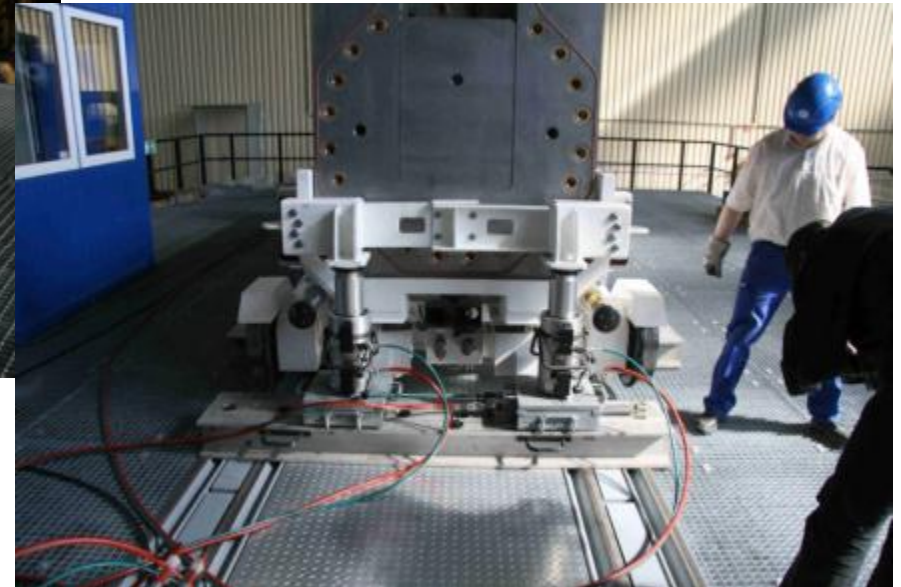
## D: Vertikale Bohrlochlagerung

# Betriebsstörungen (1/3)

## Versuche zur Behebung von Betriebsstörungen

- Plateauwagen fahruntüchtig
- Traglaschen der Einlagerungsvorrichtung schwenken nicht aus
- Fahrwerk der Einlagerungsvorrichtung lässt sich nicht einschwenken
- Ausfall einer Stütze der Einlagerungsvorrichtung
- Trennen der Kupplungsverbindung bei Störungen an der Batterielokomotive
- Notentriegelung Abschirmhaube
- Entgleisen eines beladenen Plateauwagens
- Notentriegelung Bohrlochschleuse

## Betriebsstörungen (2/3)



**Demonstration des sicheren Wiedereingleisens eines entgleisten beladenen Plateauwagens mit Standard DB-Ausrüstung**

## Betriebsstörungen (3/3)



**Erfolgreiche Demonstration der sicheren  
Notbetätigung/Entriegelung der Bohrlochschleuse**

# Störfälle

- Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung
- Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde
- Kollision von Transportmitteln mit/ohne Brand
- Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde
- Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes/bei der Forderung nach unter Tage
- Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde im Förderkorb
- Hochwasser, Blitzschlag, Wind, Eis, Schnee, äußere Brände
- Erdbeben
- Fahrzeugbrand

# Störfälle

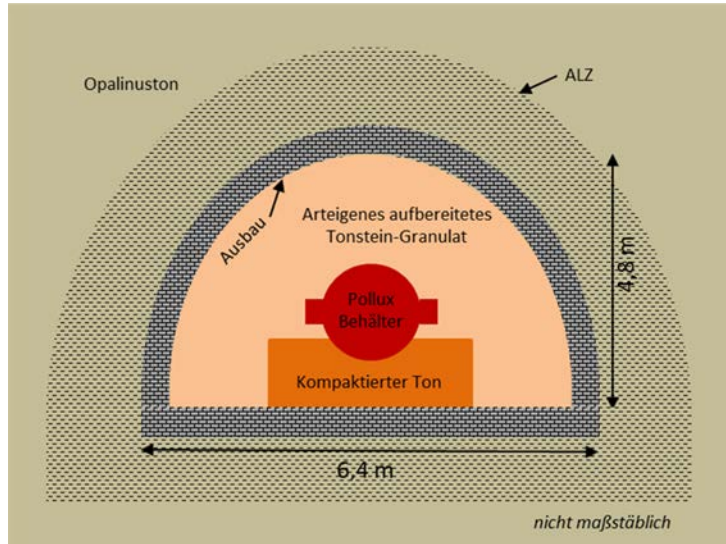


des/bei

Quelle: WIPP

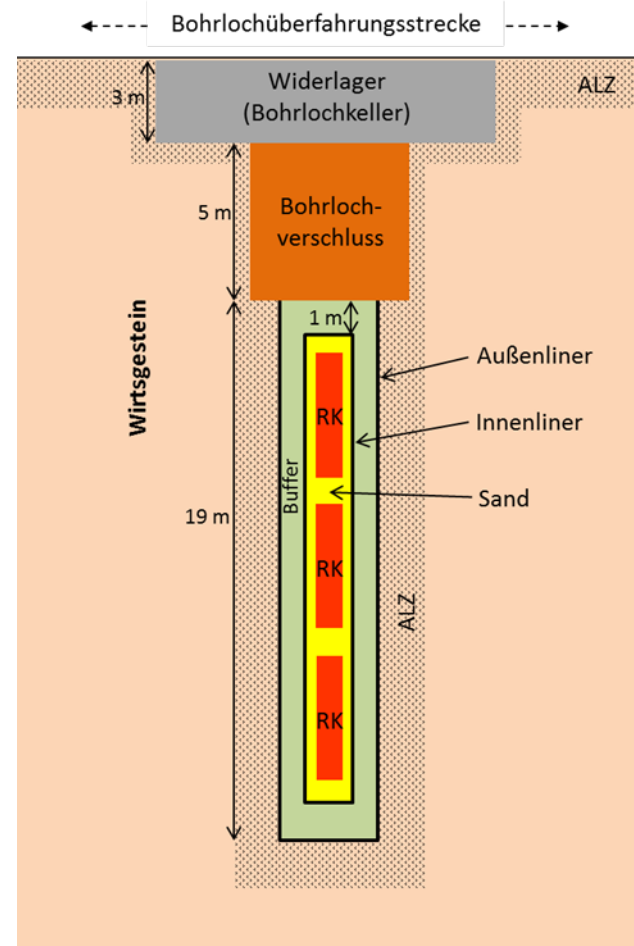
- **Fahrzeugbrand**

# Einlagerungskonzept – Tonstein Beispiel



Streckenlagerung POLLUX<sup>®</sup>-3

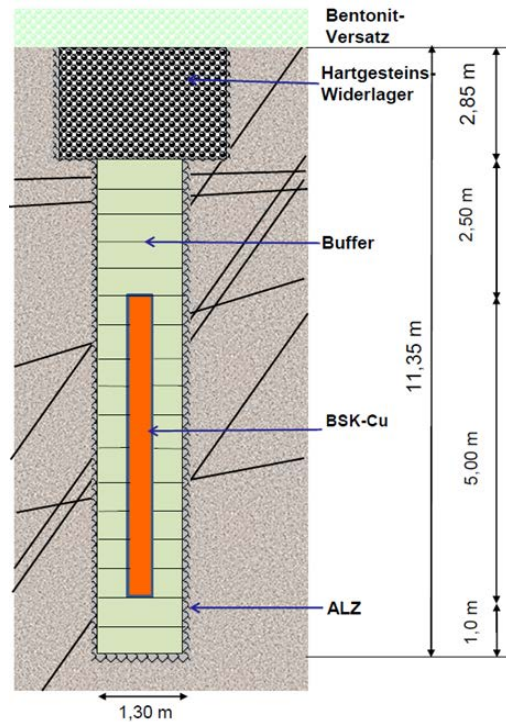
## Vertikale Bohrlochlagerung



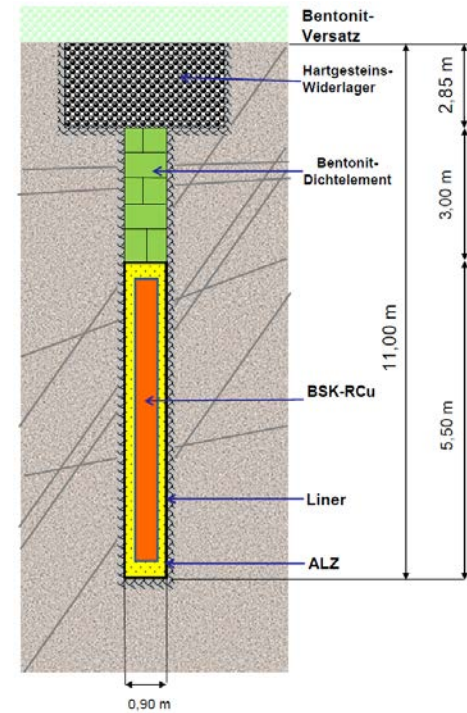


# Einlagerungskonzept – Kristallingestein

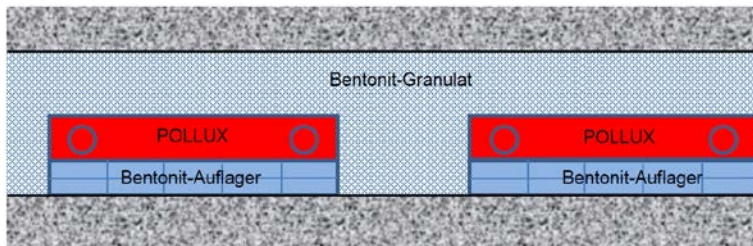
## Beispiel:



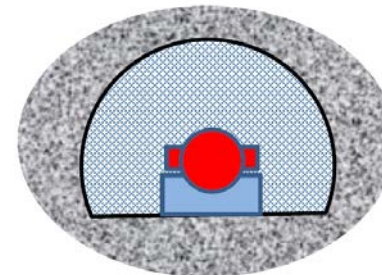
Modifiziertes KBS3-Konzept



Konzept „multipler ewG“



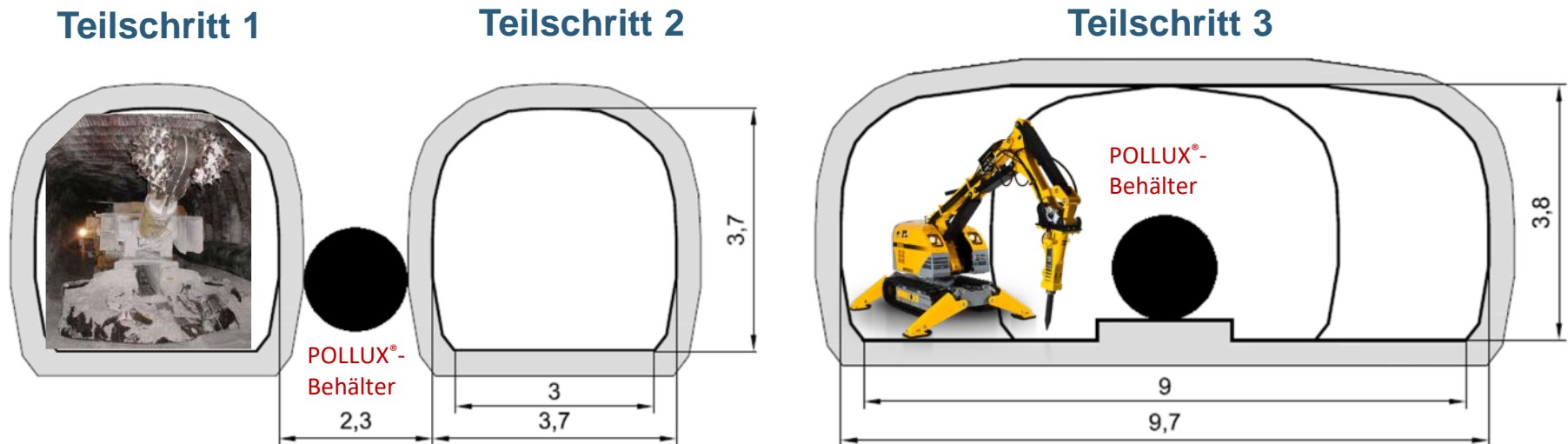
Konzept „überlagernder ewG“



# Rückholungstechnik – Streckenlagerung (1/3)

## Im Steinsalz:

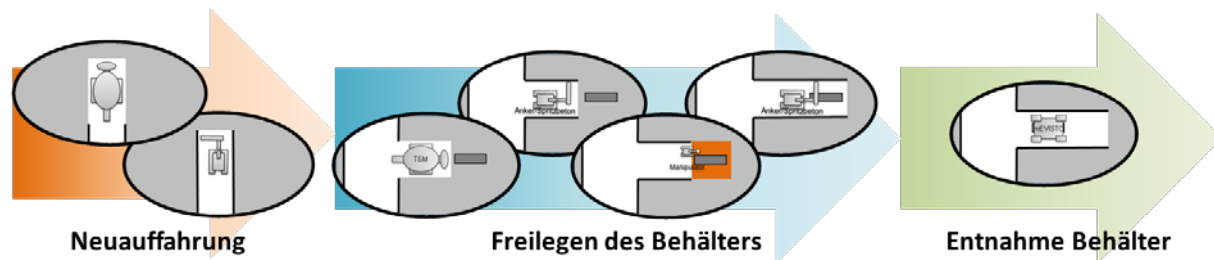
- Schrittweise Auffahrung von zwei Teilstrecken parallel zu den eingelagerten POLLUX®-Behältern
- Auffahrung durchschlägig zwischen zwei Querschläge
- Rückbau des verbleibenden Pfeilers und Freilegen der Behälter
- Aufnahme und Abtransport der Behälter
- geräumte Strecken werden wieder versetzt



# Rückholungstechnik – Streckenlagerung (2/3)

## Im Tonstein:

- Auffahren der alten Querschläge und Einlagerungsstrecken bis zum Endlagerbehälter

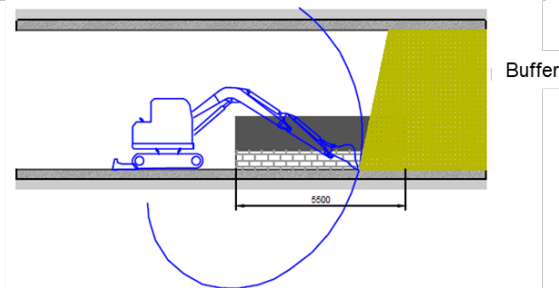


- Freilegen des Endlagerbehälters 4 Schritten

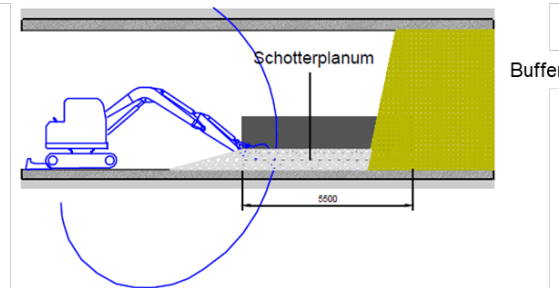
- Aufnahme und Abtransport der Behälter

- geräumte Strecken werden wieder versetzt

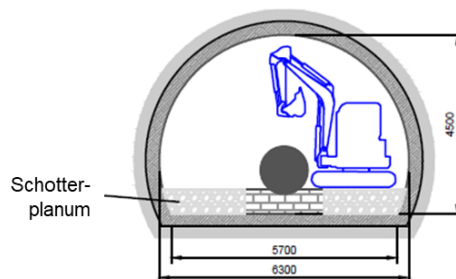
Schritt 1: Lösen und Fördern des Buffers durch einen Bagger, Seitenansicht der Einlagerungsstrecke



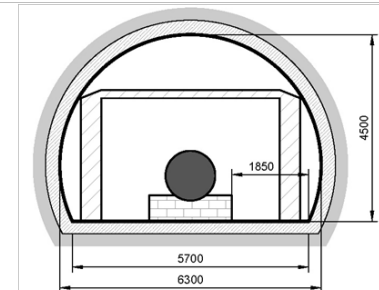
Schritt 2: Aufschütten eines Schotterplanums durch den Bagger, Seitenansicht der Einlagerungsstrecke



Schritt 3: Bagger auf Schotterplanum, Querschnitt der Einlagerungsstrecke



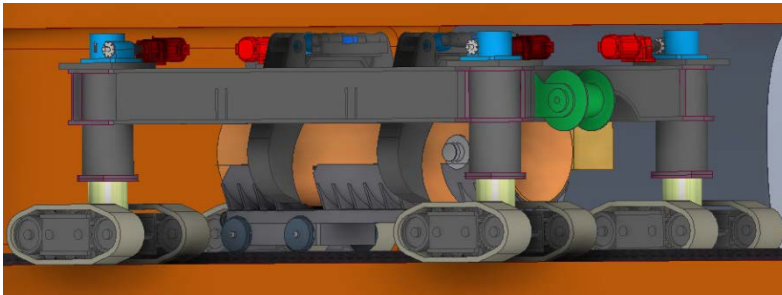
Querschnitt der Einlagerungsstrecke mit lichtem Querschnitt der modifizierten Einlagerungsvorrichtung



# Rückholungstechnik – Streckenlagerung (3/3)

## Anpassung der Einlagerungstechnik:

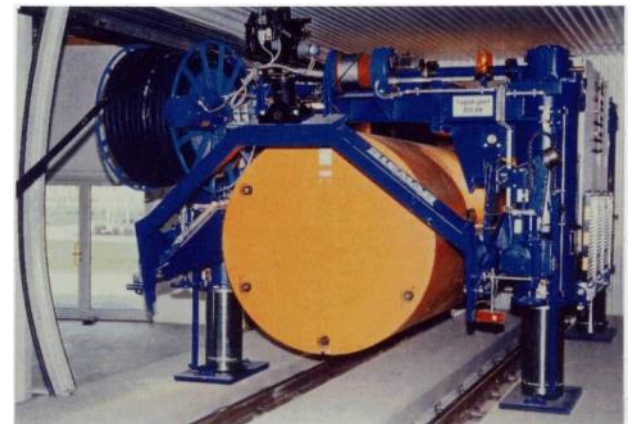
- Schienen nach der Einlagerung entfernen
  - ✓ Selbstfahrendes Fahrwerk erforderlich
- Nutzung der Tragzapfen nach unbestimmter Einlagerungsdauer ggf. nicht gegeben
- alternative Aufnahmevorrichtung für die Behälter erforderlich
- Anpassung des Plateauwagens
- Modifizierte Einlagerungsvorrichtung erforderlich



Modifizierte Einlagerungsvorrichtung



Demonstration der **Einlagerung (oben)**  
und der **Wiederaufnahme (unten)**  
von POLLUX®-Behältern

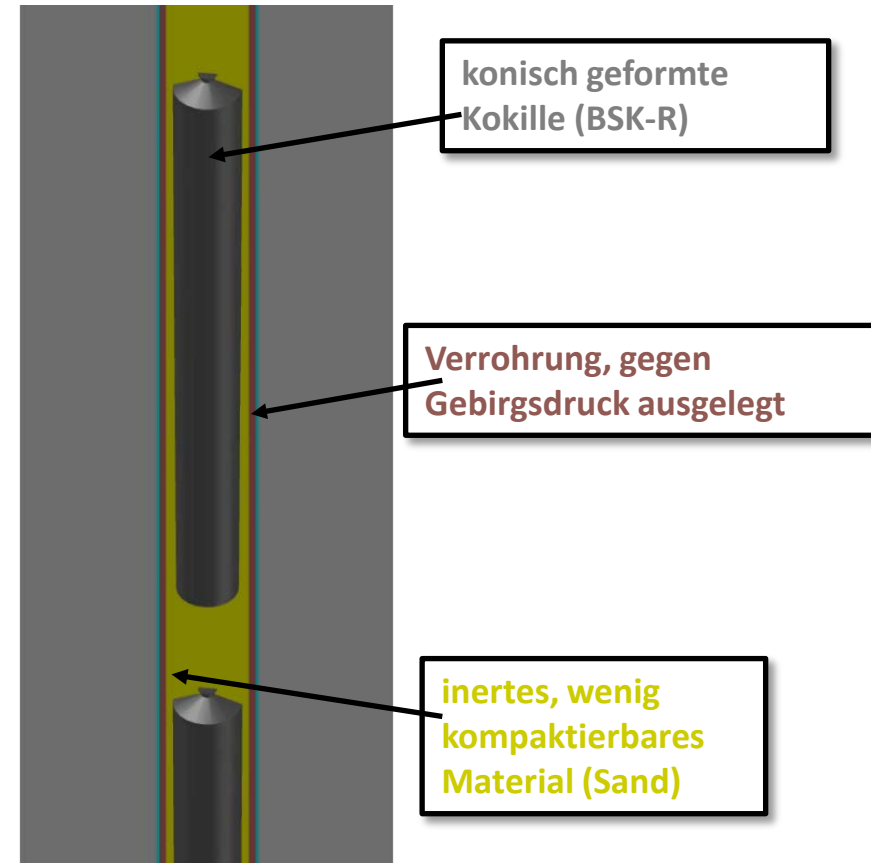


Einlagerungsvorrichtung

# Rückholungstechnik – Vertikale Bohrlochlagerung

## Technischer Ansatz:

- konische Kokille (BSK-R)
- verformungsstabile Verrohrung
- abwechselnd Einlagerung von Behälter und Versatz
- Sandverfüllung (ca. 41 m<sup>3</sup> je Bohrloch im Salz)
- Rückholung entspricht im Wesentlichen einer Umkehrung der Einlagerung
- Verrohrung verbleibt im Gebirge



(nach nse GmbH)

# Fazit (1/2)

## Ermittelte Kenntnisse über:

- Physikalisch, chemische und biologische Randbedingungen in den Wirtsgesteinen Steinsalz und Tonstein in Deutschland und Kristallingestein im Ausland (Schweden/Kanada)
- Transporttechnik über Tage, nach unter Tage und unter Tage
- Einlagerungstechnik in Steinsalz, Tonstein und Kristallingestein in Deutschland
- Betriebsstörungen bei der Streckenlagerung und vertikalen Bohrlochlagerung im Steinsalz
- Störfälle bei der Streckenlagerung im Steinsalz
- geplante Konzepte für die Rückholung aus Steinsalz und aus Tonstein

## Fazit (2/2)

### Offene Fragestellungen:

- Physikalisch, chemische und biologische Randbedingungen in Kristallingestein in Deutschland
- Konzepte zur Rückholung aus Kristallingestein (in Arbeit: FuE-Vorhaben KOREKT)
- Aktualisierung der Konzepte für die Tagesanlagen und die übertägigen Prozesse (Stand: Aktualisierung des Konzepts „Endlager Gorleben“, 1998)
- Bedingungen am ausgewählten Standort
- Konzept Bergung?



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!