

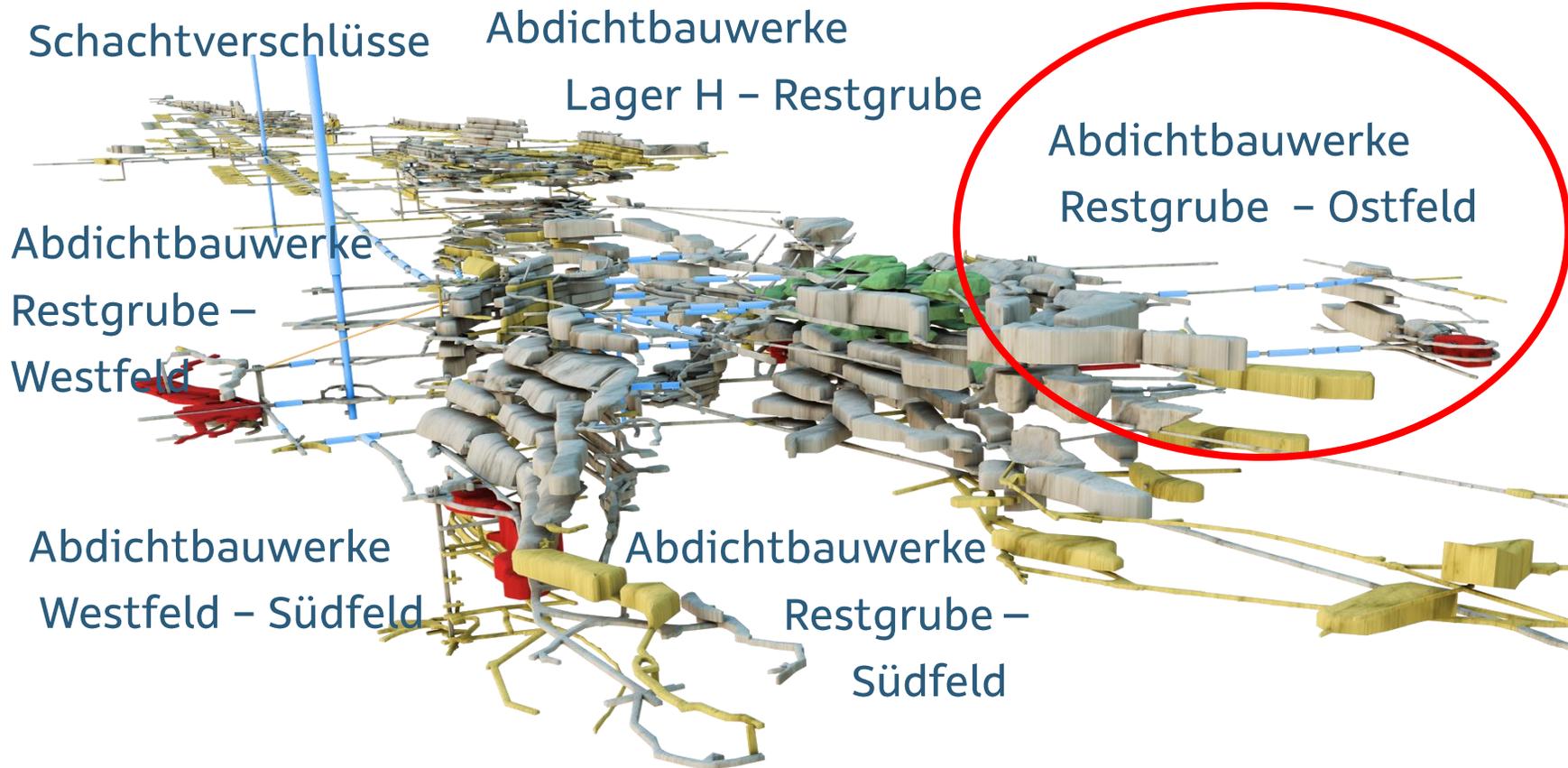


**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

**Betrifft: Morsleben | Abdichtung im Anhydrit – Planungen und  
Lösungen | Donnerstag, 06. Juni 2019**

- Der Standort
- Die Randbedingungen
- Was haben wir vor
- Unsere Ziele konkret
- Unsere Erfahrungen
- Nachweiskonzept
- Vorgesehene Baustoffe – Wissenschaftliche Erkenntnisse
- Wo stehen wir – wie geht es weiter

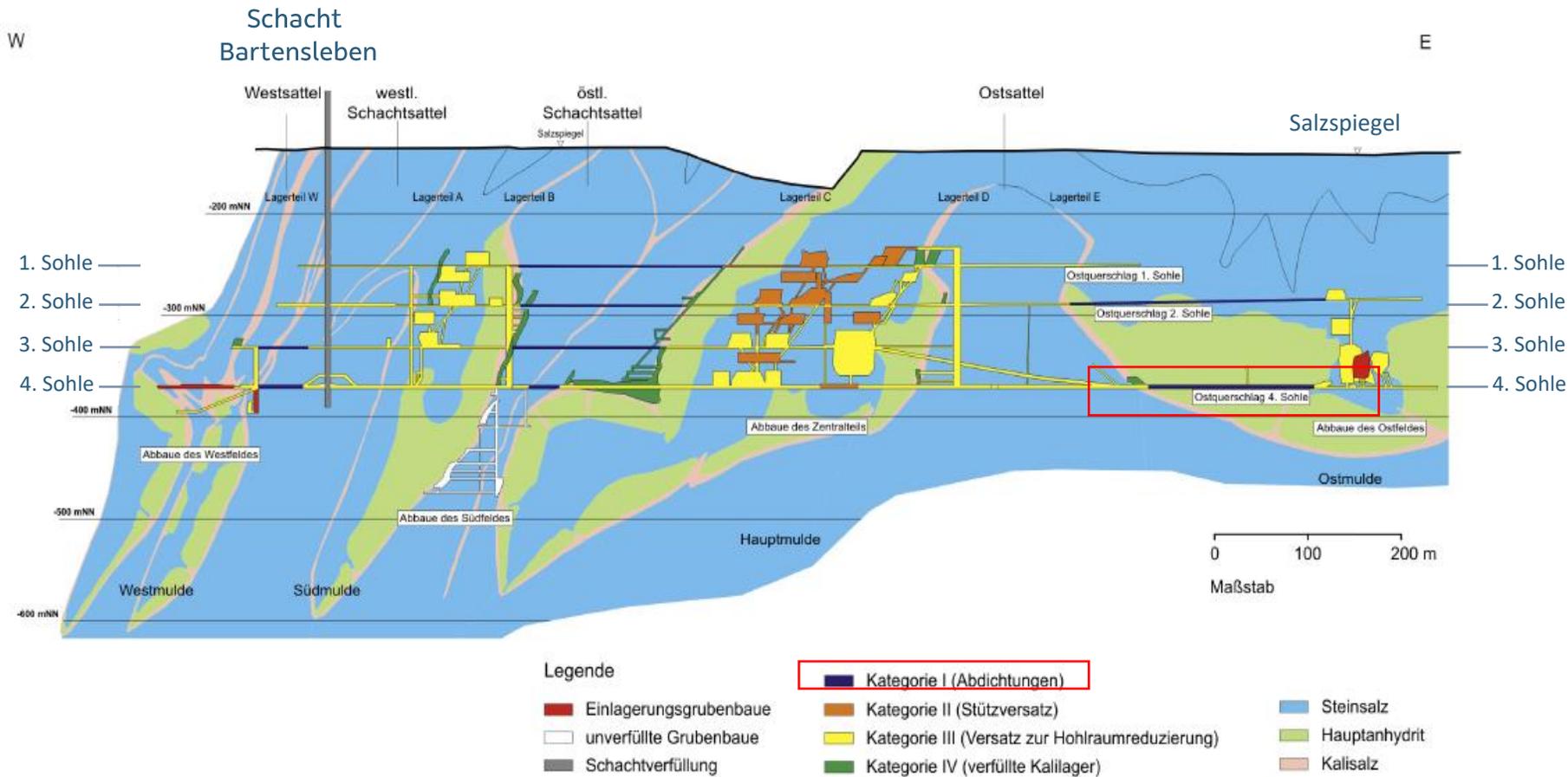
# Der Standort





# Der Standort

## Lage des Abdichtbauwerkes im Anhydrit



Schematisierter West-Ost-Schnitt entlang der Ostquerschläge mit Einlagerungsgrubenbau en im West- und Ostfeld und unterhalb des Salzspiegels (d.h. ohne Darstellung des Deckgebirges)

## Der Hauptanhydrit

- ist unterhalb des Salzspiegels gegenüber den vorstellbaren Lösungen stabil, d.h. es erfolgt keine Umwandlung zu Gips mit einer damit verbundenen Volumenvergrößerung
- zeigt heterogene Permeabilitäten, diese variieren zwischen den Werten des kompakten Hauptanhydrits von  $< 10^{-20} \text{ m}^2$  und Werten bis  $> 10^{-15} \text{ m}^2$  in geklüfteten Bereichen

Das Abdichtungssystem dient der Optimierung der Isolation durch Verzögerung des potentiellen Transportes von Lösungen zwischen Einlagerungsbereich Ostfeld und Restgrube.

Es besteht aus:

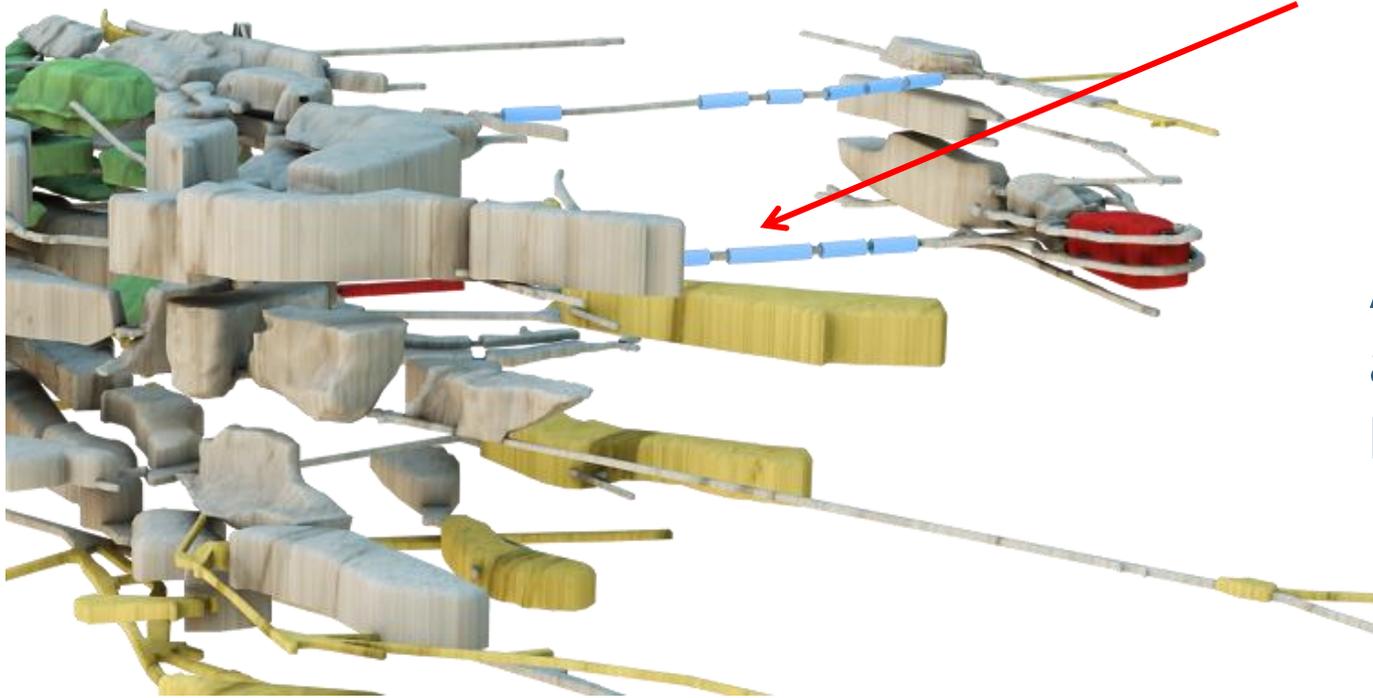
- Streckenabdichtung 4. Sohle im Anhydrit
- Streckenabdichtung 2. Sohle im Steinsalz
- Abdichtung von sicherheitsrelevanten Bohrungen

Vorgelagert

- vollständige Streckenverfüllung

# Was haben wir vor

## Abdichtbauwerke Restgrube – Ostfeld



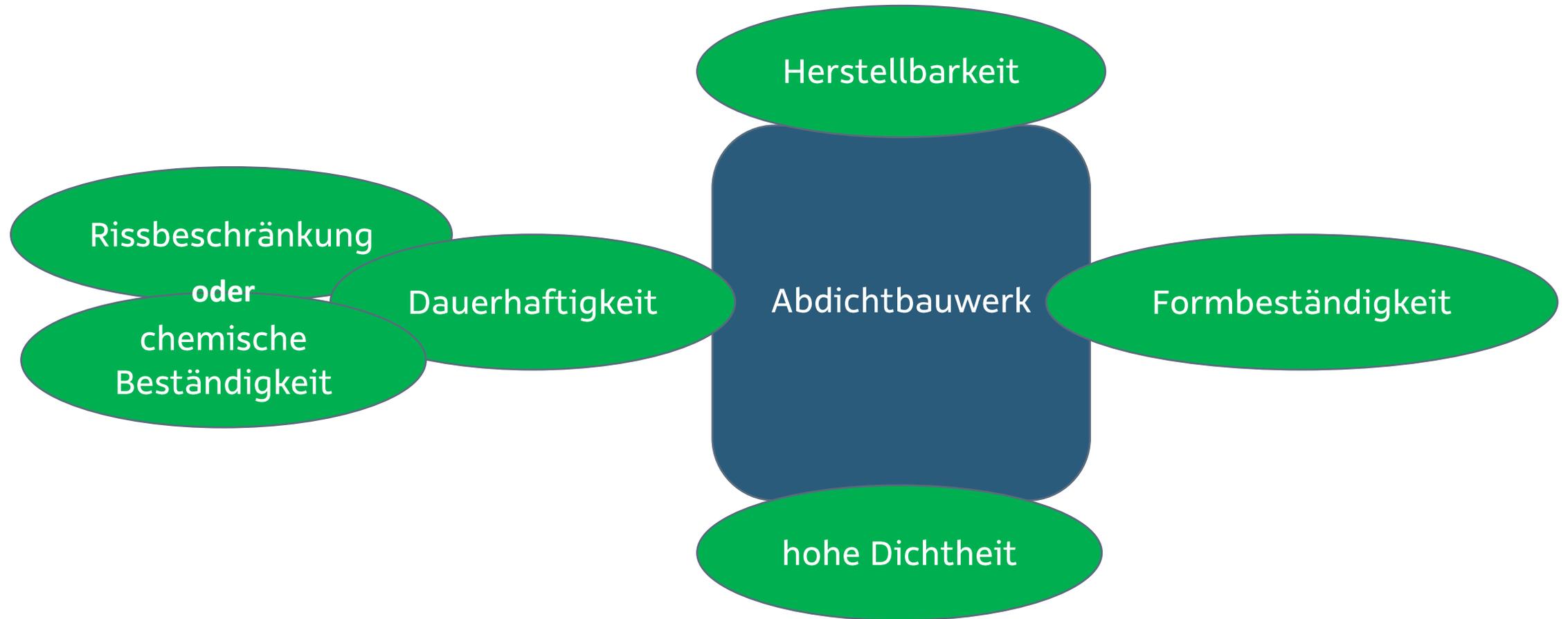
## Abdichtbauwerk im Anhydrit

- Abdichtungssegmente:  
2 x 25 m und 2 x 30 m

Die Anordnung der Abdichtungssegmente am Standort ergibt sich i.W. aus den bergbaulichen Gegebenheiten

# Unsere Ziele konkret

## Was soll das Bauwerk leisten



# Unsere Ziele konkret

## Dichtheit und Dauerhaftigkeit in Zahlen



- Dichtheit: Permeabilität  $10^{-18} \text{ m}^2$
- Dauerhaftigkeit: 20.000 Jahre

aus Langzeitsicherheitsanalyse abgeleitete Optimierungsziele

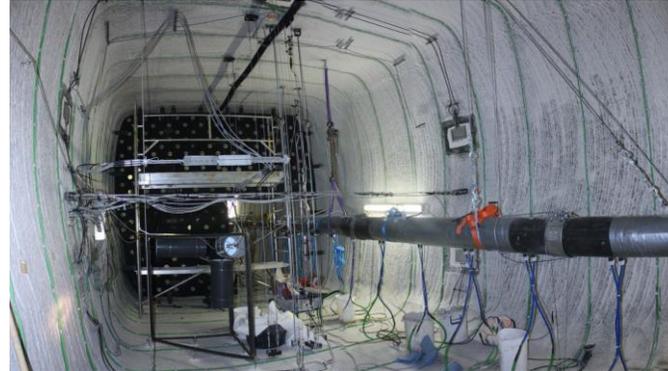
# Nachweiskonzept – was bedeutet das?



Laborversuche



Technikumsversuche



In situ-Versuche



Bauwerksentwurf  
und  
Modelle

Prototyp

Abdichtbauwerke

# Unsere Erfahrungen

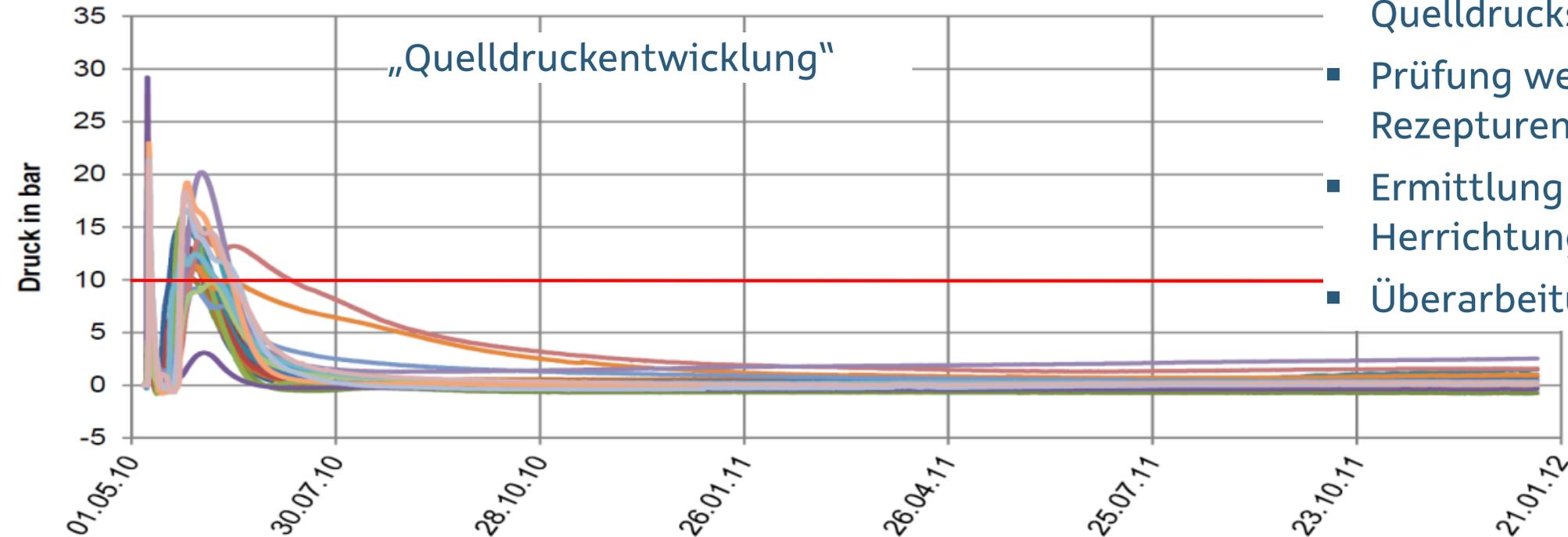
## Großversuch/Bleicherode (2010)

### Hauptziel

- Nachweis eines dauerhaften Quelldrucks  $\geq 1$  MPa
- bautechnische Machbarkeit
- ausreichend geringe integrale Permeabilität



## Großversuch/Bleicherode (seit 2010)



### Was haben wir gelernt?

- Dauerhafter Erhalt des Quelldrucks nicht realisierbar
- Prüfung weiterer MgO-Rezepturen notwendig
- Ermittlung Anforderungen an die Herrichtung der Streckenkontur
- Überarbeitung Nachweiskonzept



- ausreichende mechanische und chemische Langzeitbeständigkeit im salinaren Milieu (wesentliche Grundlage Verbesserung der Prognose zur Lösungszusammensetzung am jeweiligen Abdichtungsstandort)
- Verträglichkeit mit dem Wirtsgestein (Salinar)
- geringe Durchlässigkeit / Permeabilität
- ausreichende Festigkeit und Steifigkeit
- mind. Volumenkonstanz (kein Schwinden, Schrumpfen) ansonsten ggf. Kombination mit Injektionsmaterial
- möglichst mit einfachem technischen Aufwand handhabbar
- Baustoffgruppen ggf. auch kombinierbar

# Der Stand von Wissenschaft und Technik MgO-Baustoff



Stand von Wissenschaft und Technik zum Magnesiabaustoff

## Rezeptur-Eigenschafts-„Bild“ des Magnesiabaustoffs

Rezepturtyp	„3-1-8“		„5-1-8“	
Zuordnung bekannter Rezepturen	C3	DBM2	A1	D4 (MB10)
Molarer Ansatz MgO : MgCl <sub>2</sub> : H <sub>2</sub> O	3 : 1 : 11		(3 - 5) : 1 : (11 - 13)	5 : 1 : 13
Geomechanische Eigenschaften im relativen Vergleich	Festigkeit			
	Kriech- und Relaxationsverhalten			
Lösungspermeabilität (GG-Lösung)	k ≈ 10 <sup>-18</sup> ... 10 <sup>-19</sup> m <sup>2</sup>		< 10 <sup>-19</sup> m <sup>2</sup>	... < 10 <sup>-20</sup> m <sup>2</sup> .... undurchlässig
Zuschläge	Zuschläge verschiedener Art und Körnung beeinflussen die geomechanischen Eigenschaften in gewissem Rahmen, bewirken aber keine grundlegenden Veränderungen der für die Bindemittelphasen typischen hydraulisch-mechanischen Bauwerkseigenschaften. Die Zuschläge sollten sich inert gegenüber den ablaufenden geochemischen Prozessen zum Erhalt/Nachweis der Langzeitbeständigkeit verhalten (keine Umbildungsreaktionen mit Salzlösung, wie z.B. Steinsalz (NaCl), Sand/Kies, kristallines Quarzmehl (SiO <sub>2</sub> ), Anhydrit, Magnesit).			

TUB

## MgO-Baustoff

Massenbeton

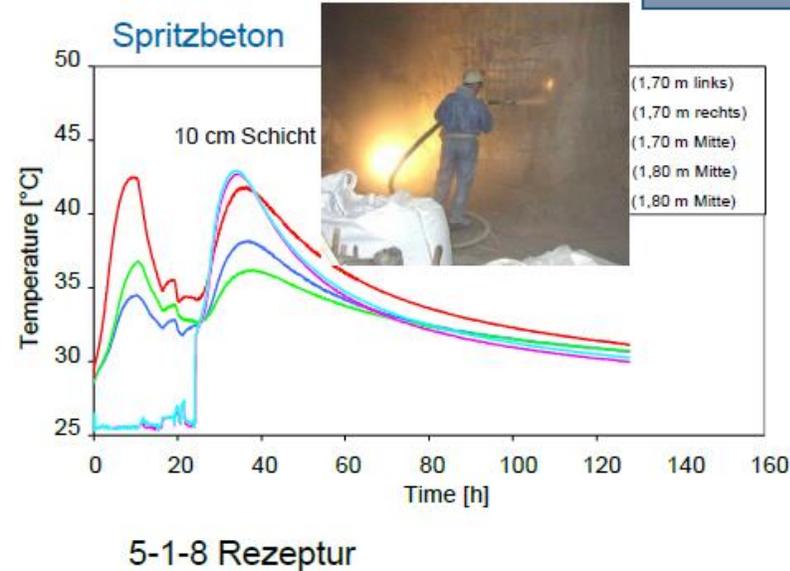
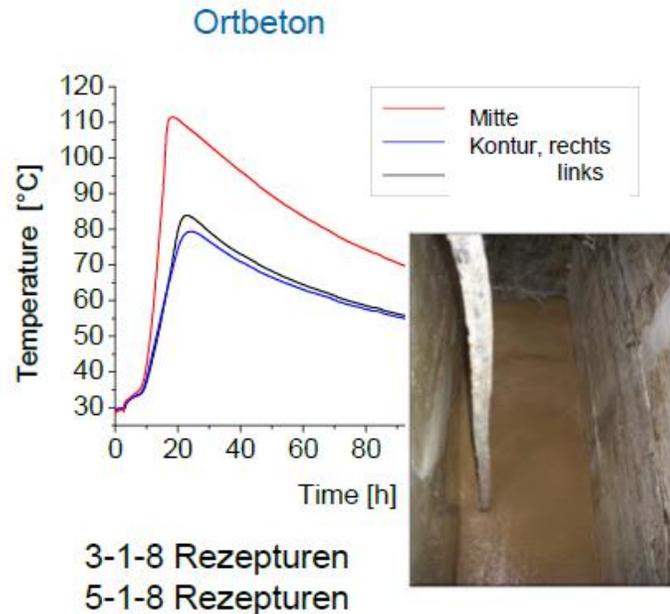
Spritzbeton

Quelle:  
Fachgespräch „Verschlussysteme –  
Konzepte, Baustoffe, Simulation,  
Demonstration und Anwendung“  
Freiberg, 03.–04.05.2017 – Materialienband  
[http://www.ptka.kit.edu/ptka-alt/downloads/ptka-wte-e/FG\\_VS\\_2017\\_%20MV.pdf](http://www.ptka.kit.edu/ptka-alt/downloads/ptka-wte-e/FG_VS_2017_%20MV.pdf)



Stand von Wissenschaft und Technik zum Magnesiabaustoff

## Verarbeitung - Temperaturentwicklung



Massenbeton

Spritzbeton

MgO-Baustoff

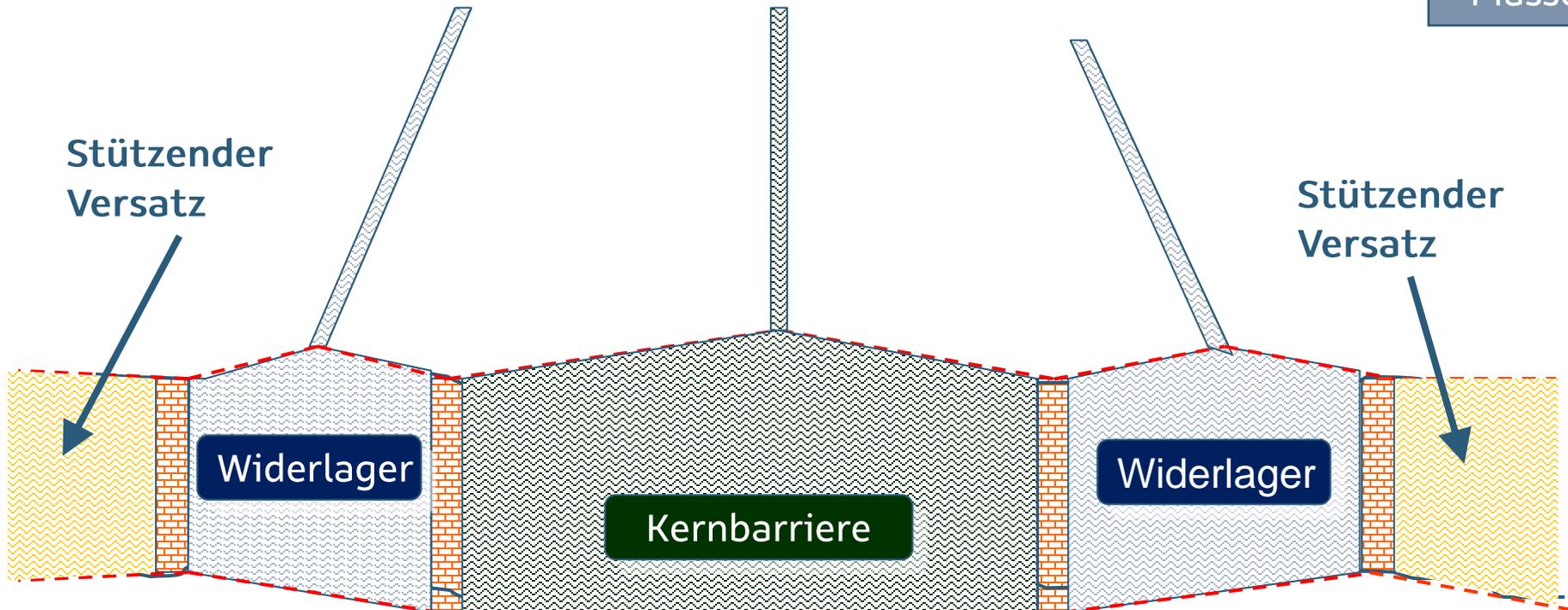
Quelle:  
Fachgespräch „Verschlussysteme –  
Konzepte, Baustoffe, Simulation,  
Demonstration und Anwendung“  
Freiberg, 03.-04.05.2017 – Materialienband  
[http://www.ptka.kit.edu/ptka-  
alt/downloads/  
ptka-wte-e/FG\\_VS\\_2017\\_%20MV.pdf](http://www.ptka.kit.edu/ptka-alt/downloads/ptka-wte-e/FG_VS_2017_%20MV.pdf)

# Wo stehen wir – Konstruktionsprinzip

Abschluss: Betonage der Kernbarriere (durchgehend)

MgO-Baustoff

Massenbeton

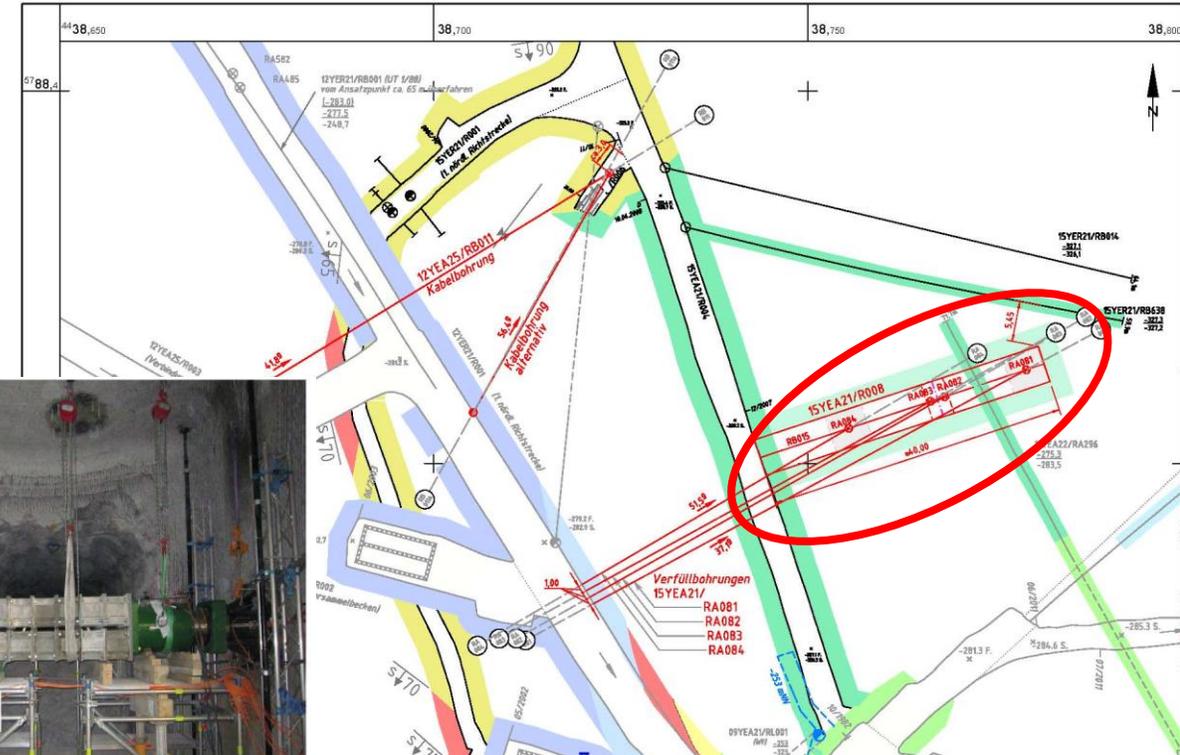


M. Heydorn/Asse

# Wo stehen wir – fertige Arbeiten

## Technikums- und Großversuche/ERAM Abdichtbauwerk aus MgO-Baustoff – Massenbeton im Hauptanhydrit

- Auffahrung der 40 m langen Versuchsstrecke im Bohr- und Sprengverfahren mit einem Querschnitt von ca. 4,5 m x 5 m (2012)
- Doppellastplattendruckversuche (2012 bis 2013)
- Oberflächenpermeabilitätsmessungen zur Bewertung des Konturnachschnitts (2015 und 2016)



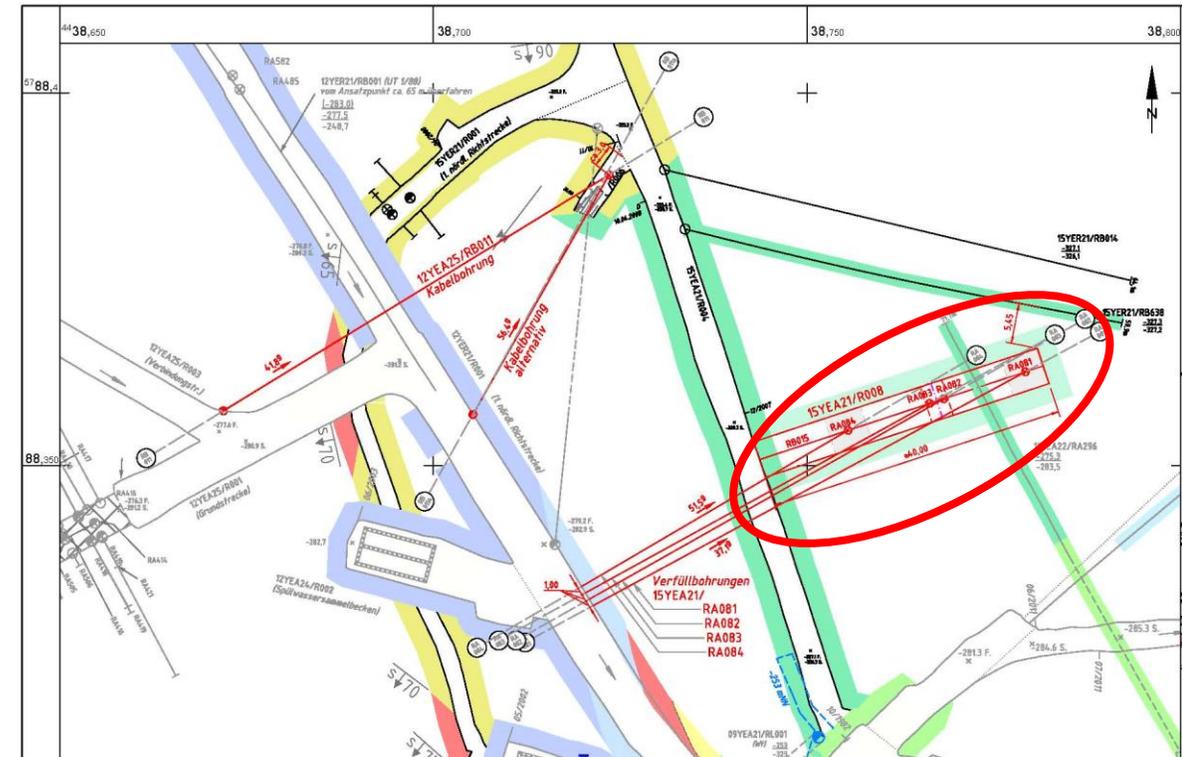
# Wo stehen wir – laufende Arbeiten

Technikums- und Großversuche/ERAM  
Abdichtbauwerk aus MgO-Baustoff – Massenbeton  
im Hauptanhydrit

2019 – 2020

- Überarbeitung Versuchsplanung
- Überarbeitung Nachweiskonzept
- Ausführungs- und Genehmigungsplanungen
- Erarbeitung Qualitätssicherungsprogramm
- Ausschreibungen
- Infrastrukturelle Vorbereitungen

Betrifft: Morsleben | Abdichtung im Anhydrit – Planungen und Lösungen | Antje Carstensen | 06. Juni 2019



ENDLAGER MORSLEBEN



# Wo stehen wir – laufende Arbeiten

Technikums- und Großversuche/  
Abdichtbauwerk aus MgO-Baustoff – Spritzbeton  
(Bitumen/Asphalt) im Hauptanhydrit

MgO-Baustoff

(+)

Bitumen/Asphalt

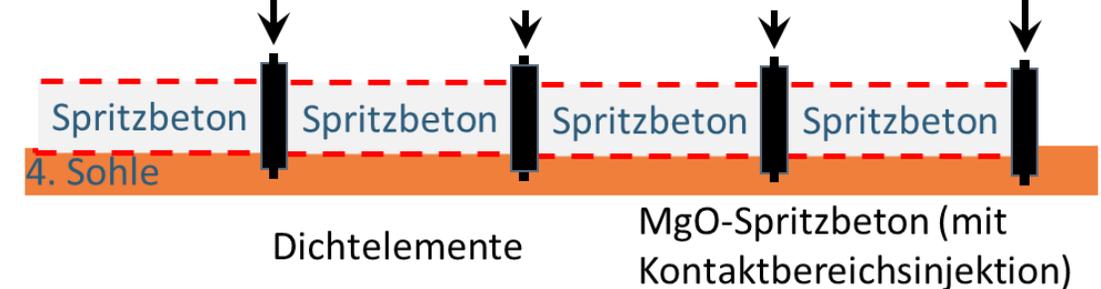
Spritzbeton

- MgO-Spritzbeton\* ggf. in Kombination mit Asphalt-dichtelementen
- Planungsstudie liegt vor, konzeptionelle Planungen sowie konzeptionelle Betrachtungen zum Vorgehen bei der Nachweisführung in Abstimmung
- Erfahrungen zur Einbringung von Bitumen  
Großversuch Widerlager-Dichtelement/ERAM

\* vergleichbar mit dem Großversuch GV2 aus den FuE-Vorhaben „CARLA“ bzw. „MgO-SEAL“

2. Sohle

Bitumen/Asphaltelemente:  
Befüllung u. Druckbeaufschlagung  
von der 2. Sohle



## Abdichtbauwerk im Hauptanhydrit

- Parallele Verfolgung von verschiedenen MgO-Baustofflinien
  - Massenbeton
  - Spritzbeton
  - ggf. in Kombination mit Bitumen/Asphalt
- Planung und Durchführung von weiteren Versuchen im Labor-, Technikums- und in situ-Maßstab



## Kontakt

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH  
(BGE)  
Eschenstraße 55  
31224 Peine

05171 43-0  
poststelle@bge.de  
www.bge.de