



BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

# Arbeitsgruppe C2 – Tongestein Mindestanforderungen im Gesetz und in der Anwendung

## 1. Beratungstermin Fachkonferenz Teilgebiete

Dr. Nadine Schöner, Dr. Jennifer Klimke, Paulina Müller

06. Februar 2021, Online-Veranstaltung

# Arbeitsgruppe C2 – Tongestein Mindestanforderungen im Gesetz und in der Anwendung

**01**

Rückblick – Was geschah bisher?

**02**

Tongestein – Allgemein

**03**

Mindestanforderungen im Gesetz

**04**

Mindestanforderungen in der Anwendung

**05**

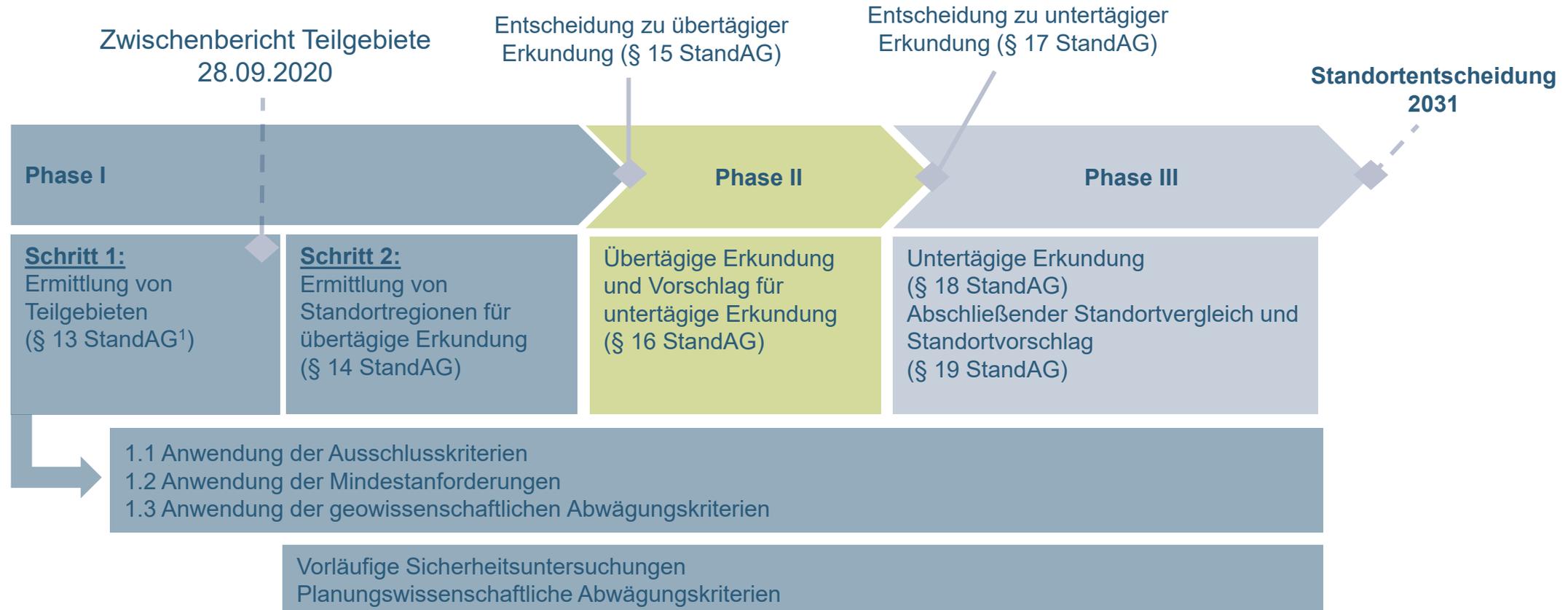
Fazit

The background of the slide features three large, translucent, faceted crystals, possibly quartz or calcite, resting on a reflective surface. The crystals are arranged in a cluster, with one in the foreground and two behind it. The lighting creates highlights and shadows, emphasizing their geometric forms. The overall color palette is a muted, monochromatic blue-grey.

# Rückblick – Was geschah bisher?

# 01

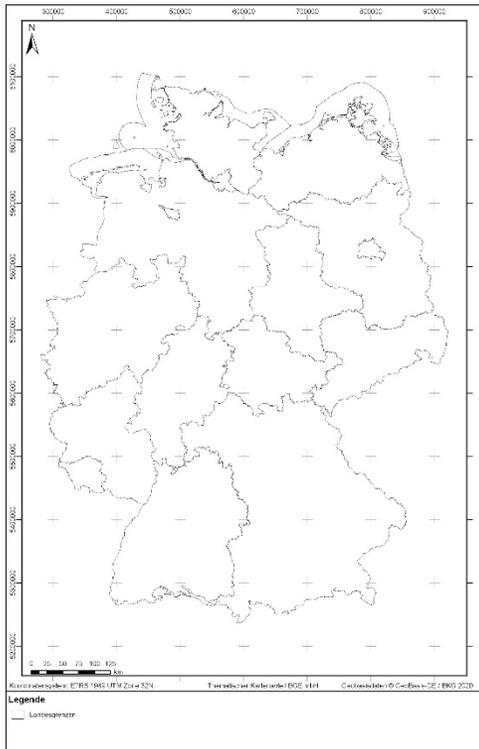
# Der Weg zum Standort mit der bestmöglichen Sicherheit?



<sup>1</sup> Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760) geändert worden ist.

# Rückblick – Was geschah bisher?

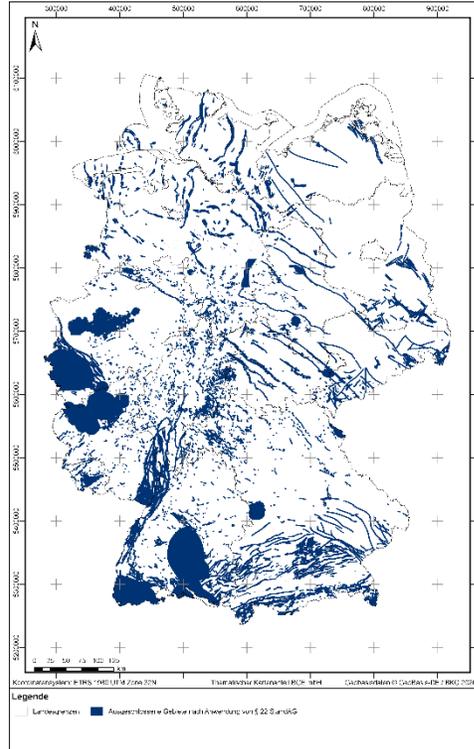
Weißer Landkarte



Quelle: BGE

Anwendung  
Ausschlusskriterien

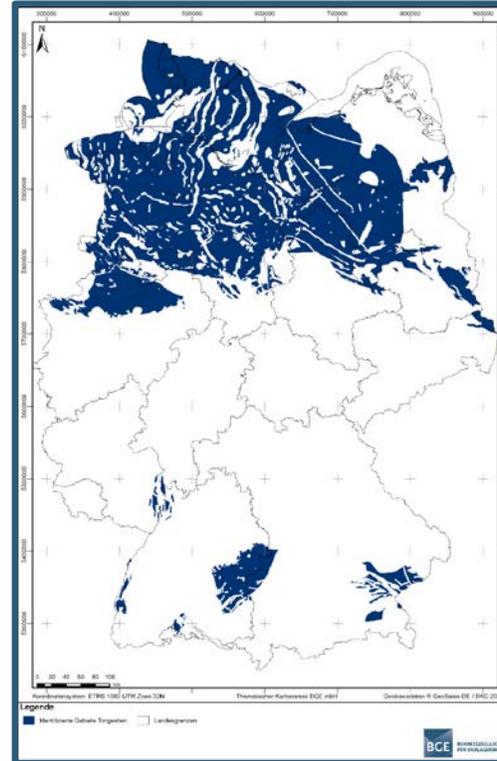
Ausgeschlossene Gebiete



Quelle: BGE

Anwendung  
Mindestanforderungen

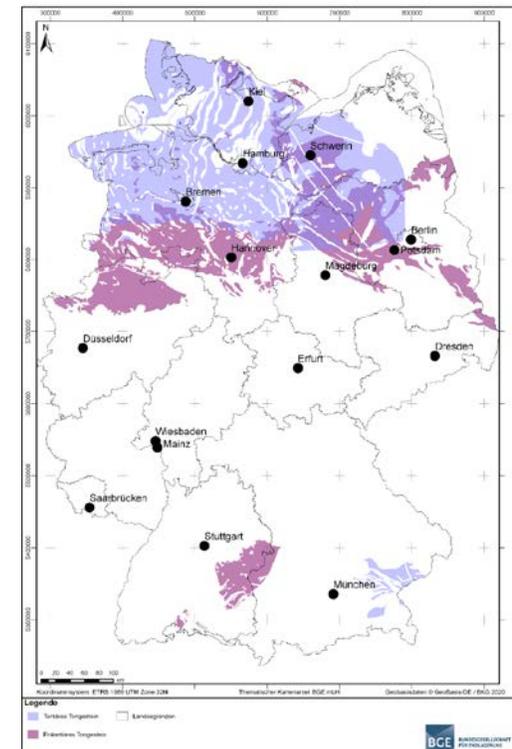
Identifizierte Gebiete  
Tongestein



Quelle: BGE

Geowissenschaftliche  
Abwägung

Teilgebiete im Tongestein



Quelle: BGE

# Tongestein – Allgemein

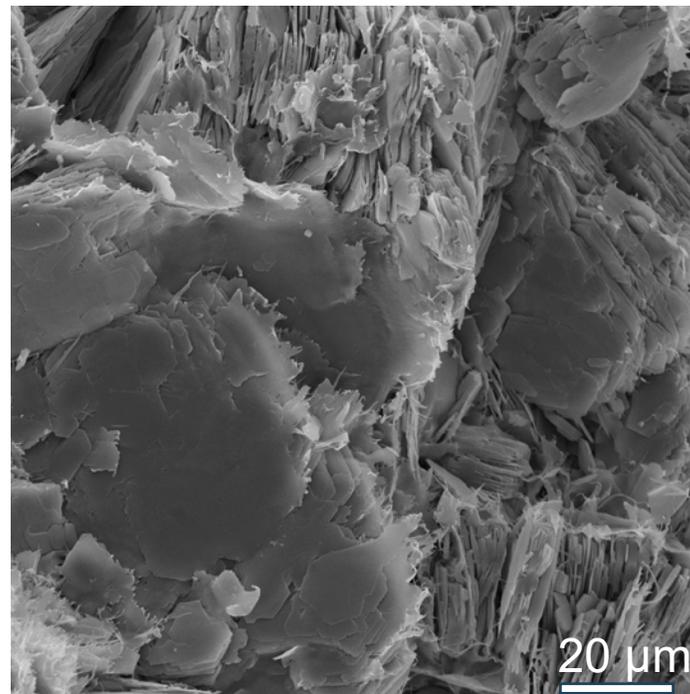
The image shows three distinct pieces of clay minerals. On the left is a porous, brick-like block. In the center is a transparent, crystalline block with visible cleavage planes. On the right is a dark, layered block with a rough, fractured surface. The background is a solid blue color.

# 02

# Tongestein – Allgemein

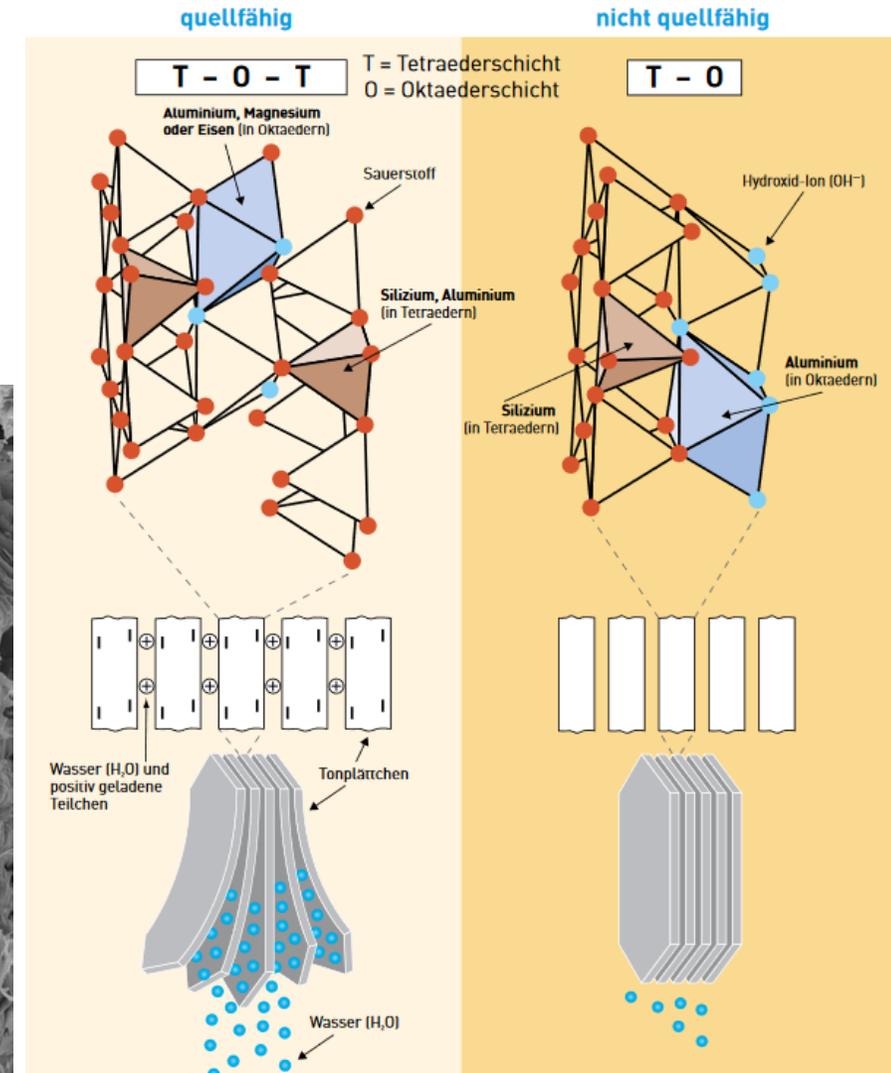
## Tongestein – Grundlagen

- Klastisches Sediment/Sedimentgestein mit einer Partikelgröße unter 0,002 Millimeter
- Besteht aus vorwiegend Tonmineralen mit Anteilen von Quarz, Feldspat und Karbonat
- Mineralogische und texturale Zusammensetzung bestimmt maßgeblich die Eigenschaften der Tongesteine



20 µm

Quelle: BGE

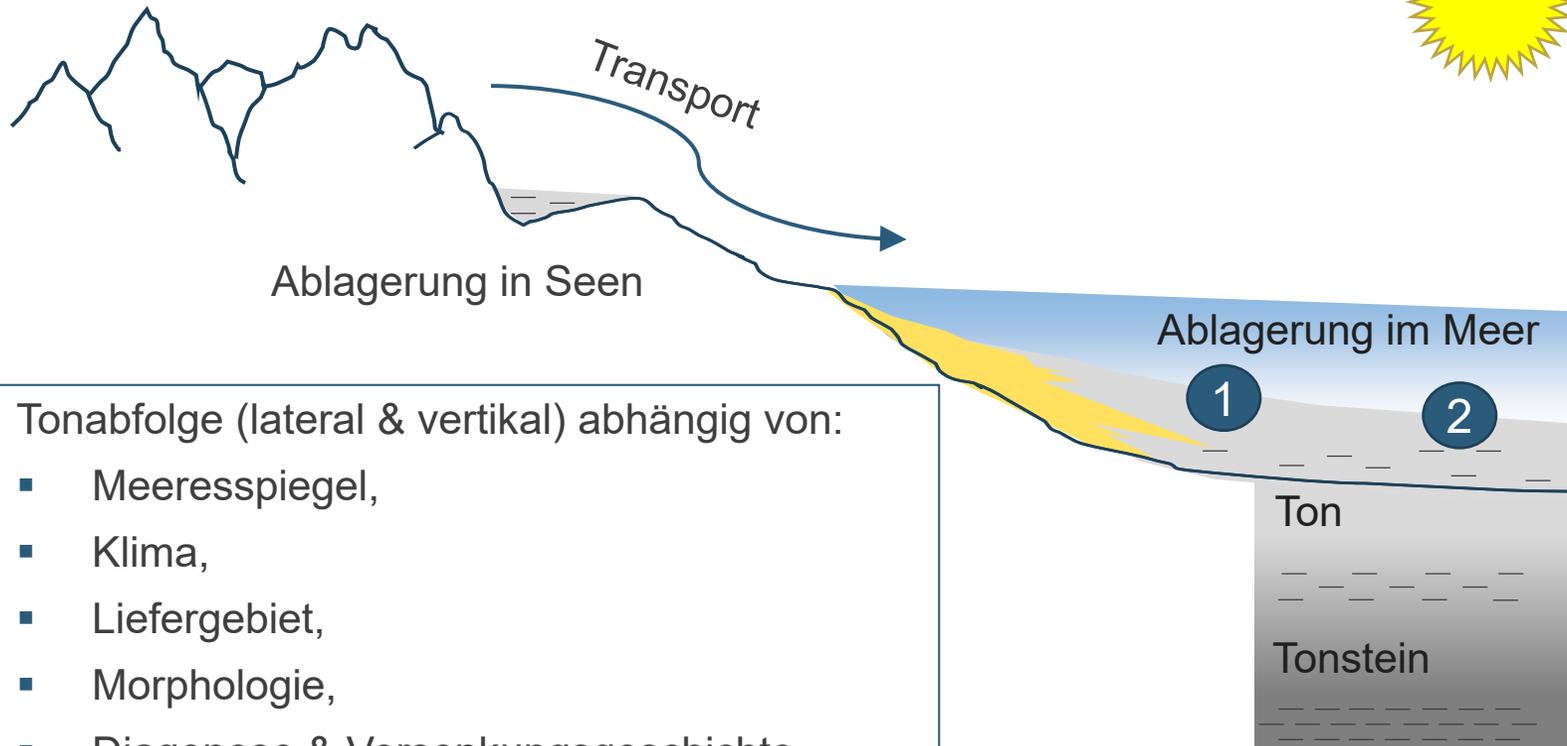


Quelle: Nagra (2019)

# Tongestein – Allgemein

## Vom Ton zum Tonstein

Verwitterung & Erosion



Tonabfolge (lateral & vertikal) abhängig von:

- Meeresspiegel,
- Klima,
- Liefergebiet,
- Morphologie,
- Diagenese & Versenkungsgeschichte, ...

Quelle: BGE

Quelle: BGE

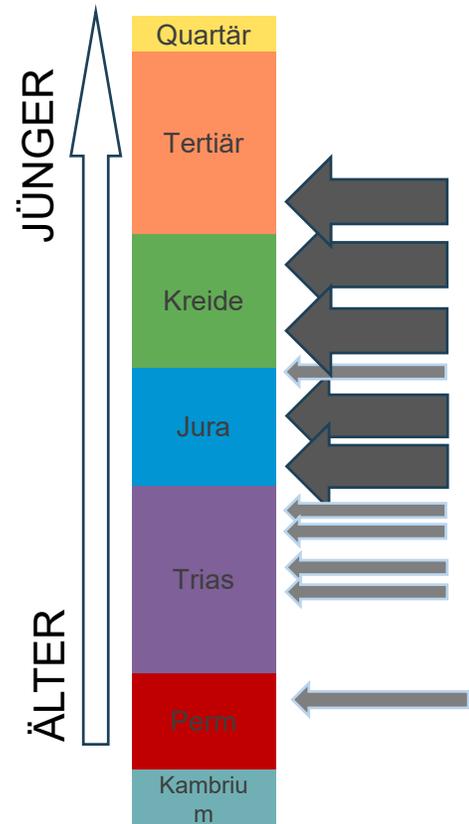


# Tongestein – Allgemein

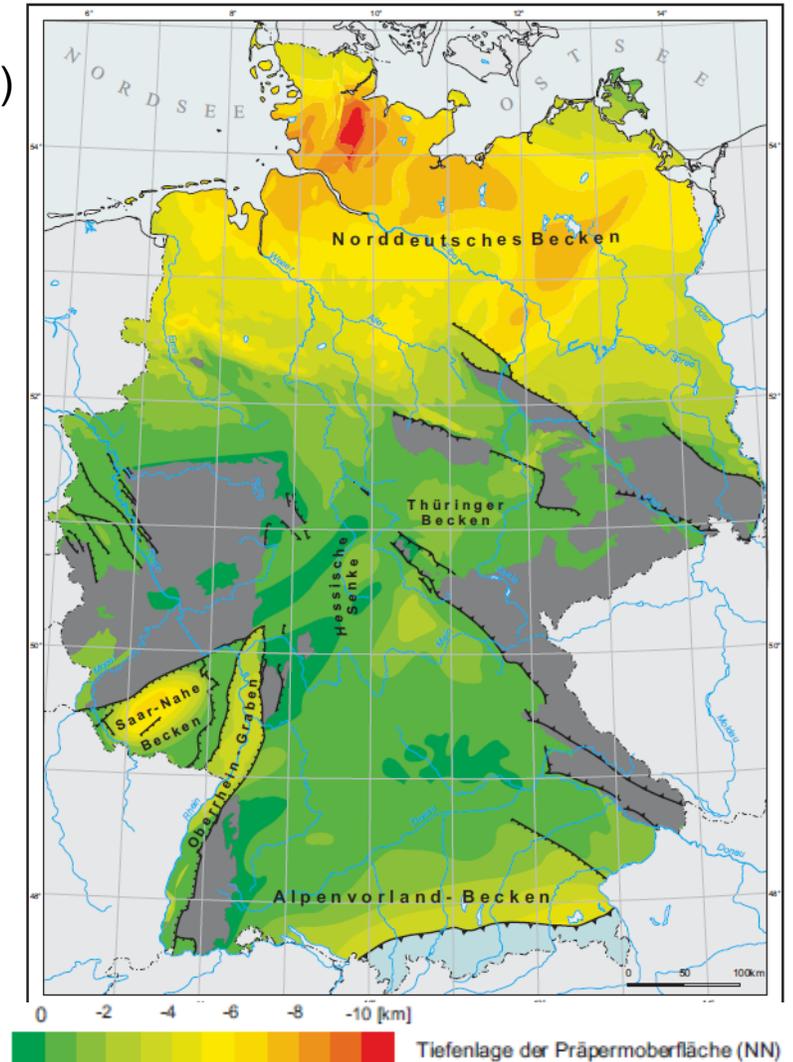
## Ablagerungsräume

- Paläo-Beckenstrukturen Deutschlands: Vorlandbecken, Gräben, Intrakontinentale Becken
- Sedimente, die hauptsächlich aus Tonstein bestehen, vor allem in Beckenzentren
- Komplexer Internbau → Herausforderung bei der räumlichen Abbildung der vorkommenden Lithologien

Sammelprofil Norddeutsches Becken (NDB)



Quelle: BGE



Quelle: Hoth et al. (2007)

# Tongestein – Allgemein

## Tongestein – Endlagerrelevante Gesteinseigenschaften

- Sehr gute Barrierewirkung durch:
  - Geringe hydraulische Leitfähigkeit (geringe Durchlässigkeit)
  - Hohes Rückhaltevermögen gegenüber Radionukliden
  - Quellvermögen (Selbstabdichtung von Rissen und Klüften)
- Negative endlagerrelevante Eigenschaften:
  - Geringe mechanische Stabilität
  - Geringe Temperaturbelastbarkeit



Quelle: BGE

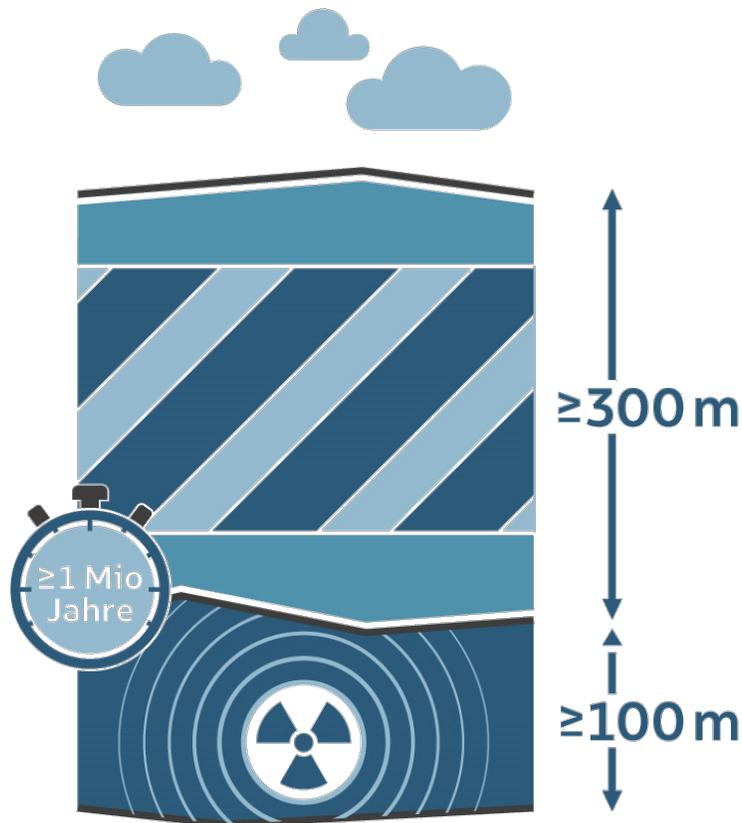
**EIGENSCHAFTEN VARIIEREN, ABHÄNGIG VON DER  
ZUSAMMENSETZUNG & TEXTUR/ MIKROGEFÜGE**



# Die Mindestanforderungen im Gesetz

# 03

## Mindestanforderungen nach § 23 StandAG



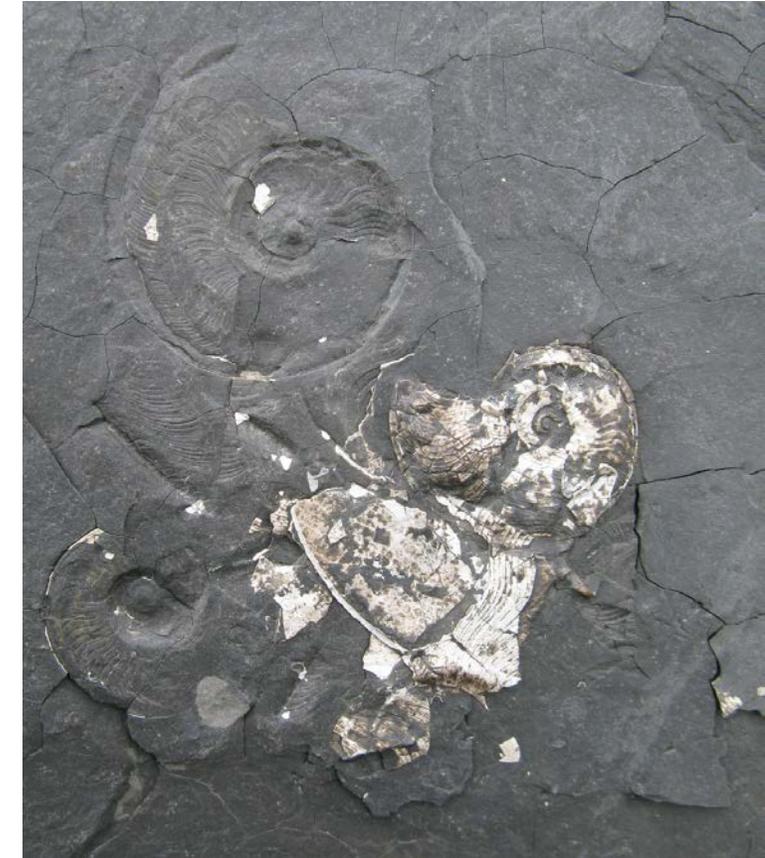
Quelle: BGE

1. Geringe Gebirgsdurchlässigkeit von  $10^{-10}$  m/s
2. Mächtigkeit mindestens 100 Meter
3. Oberfläche des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs muss mindestens 300 Meter unter der Geländeoberfläche liegen
  1. „[...] soll ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich im Gesteinstyp Tonstein ausgewiesen werden, so muss zu erwarten sein, dass das Deckgebirge auch nach dem Eintreten der genannten exogenen Prozesse ausreichend mächtig ist, um eine Beeinträchtigung der Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch Dekompaktion ausschließen zu können [...]“ (§ 23 Abs. 5 Nr. 3 StandAG)
4. Fläche des Endlagers (Tongestein  $10 \text{ km}^2$ )
5. Erhalt der Barrierewirkung für 1 Million Jahre

## Gesetzliche Grundlage

- „Tongestein“ eines der drei möglichen Wirtsgesteine nach § 1 Abs. 3 und § 23 Abs. 1 StandAG
- „Tongestein“ ist kein petrographischer Terminus – es handelt sich um eine Summenbezeichnung für Tonsteine (verfestigt) und Tone (plastisch)
- In Anlage 1 (§ 24 Absatz 3) StandAG *Kriterium zur Bewertung des Transportes radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen im einschlusswirksamen Gebirgsbereich* wird der Verfestigungsgrad bewertet (Tonstein, fester Ton, halbfester Ton)

**DIE BGE DEFINIERT TONGESTEIN ALS: TONSTEIN UND TON SOWIE TONDOMINIERTER VERTRETER AUS DER KONTINUIERLICHEN REIHE KALKSTEIN – MERGEL – TONSTEIN**



Quelle: BGE



# Die Mindestanforderungen in der Anwendung

# 04

## Anwendungsprinzipien – Mindestanforderungen Tongestein

- Untere Begrenzung des Suchraumes bei 1500 m unter Geländeoberkante
- Liegen Daten zur Bewertung erst zu einem späteren Zeitpunkt des Verfahrens vor, so gilt die Mindestanforderung als erfüllt, soweit dies aufgrund der vorhandenen Datenlage zu erwarten ist (§ 23 Abs. 3 StandAG)
- Anwendung der Mindestanforderungen auf Stratigraphische Einheiten, die endlagerrelevante Gesteinsabfolgen enthalten

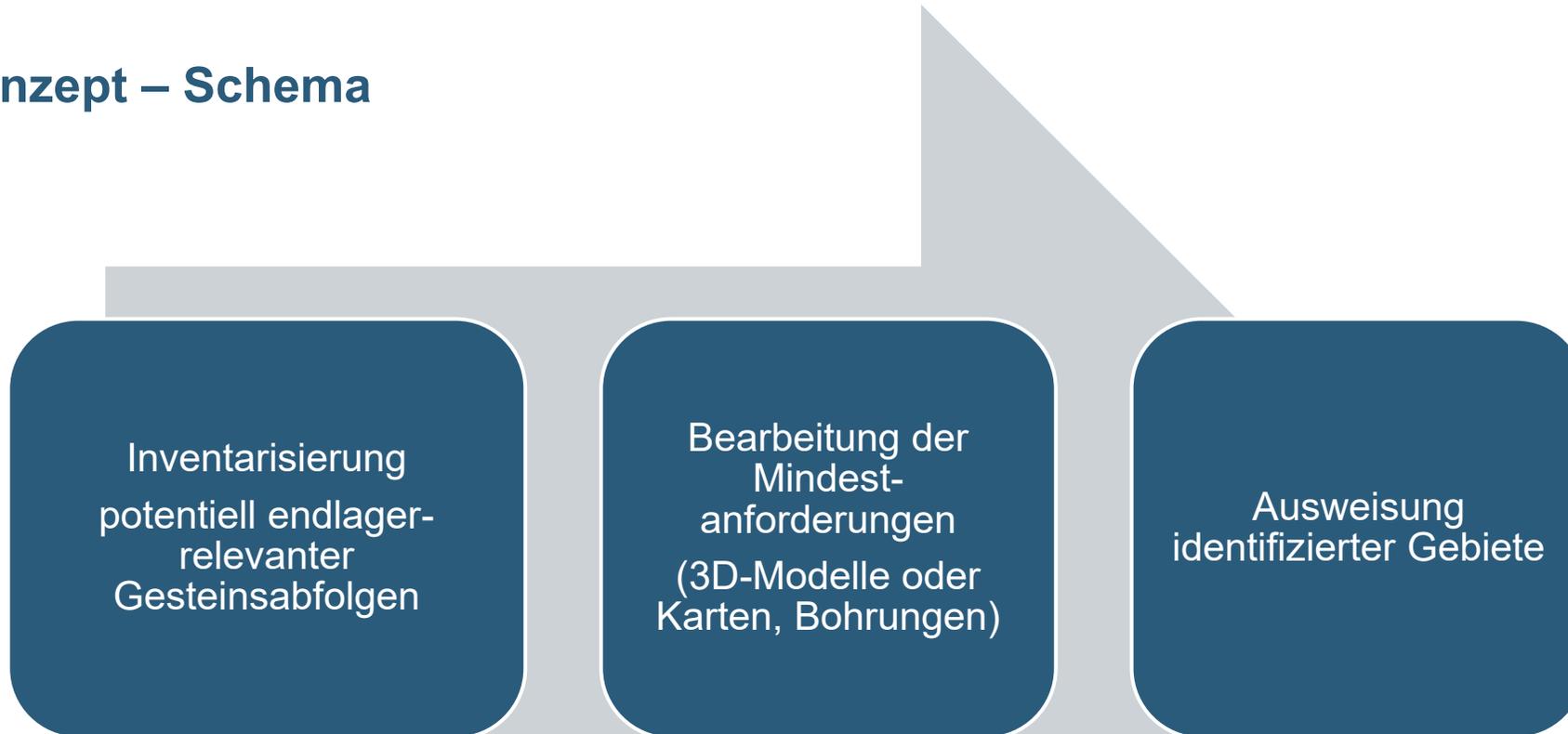


Quelle: BGE

**ERSTE EINGRENZUNG DURCH SCHRITTWEISE  
ERHÖHUNG DES DETAILLIERUNGSGRADES**

# Mindestanforderungen in der Anwendung

## Bearbeitungskonzept – Schema

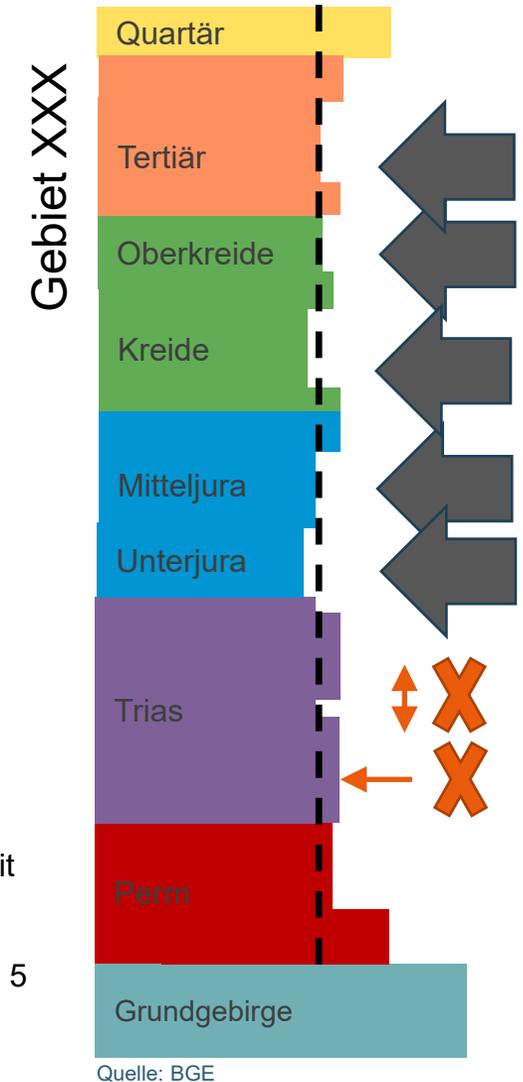
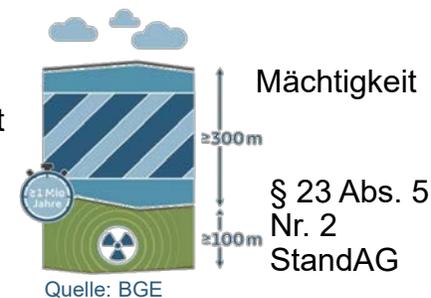
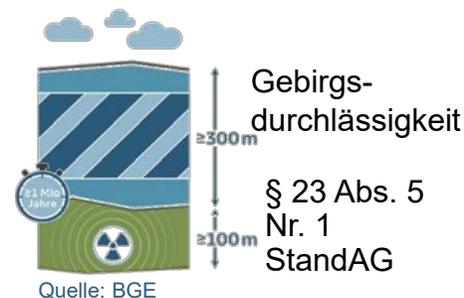


Quelle: BGE

# Mindestanforderungen in der Anwendung

## Bearbeitungskonzept – Inventarisierung

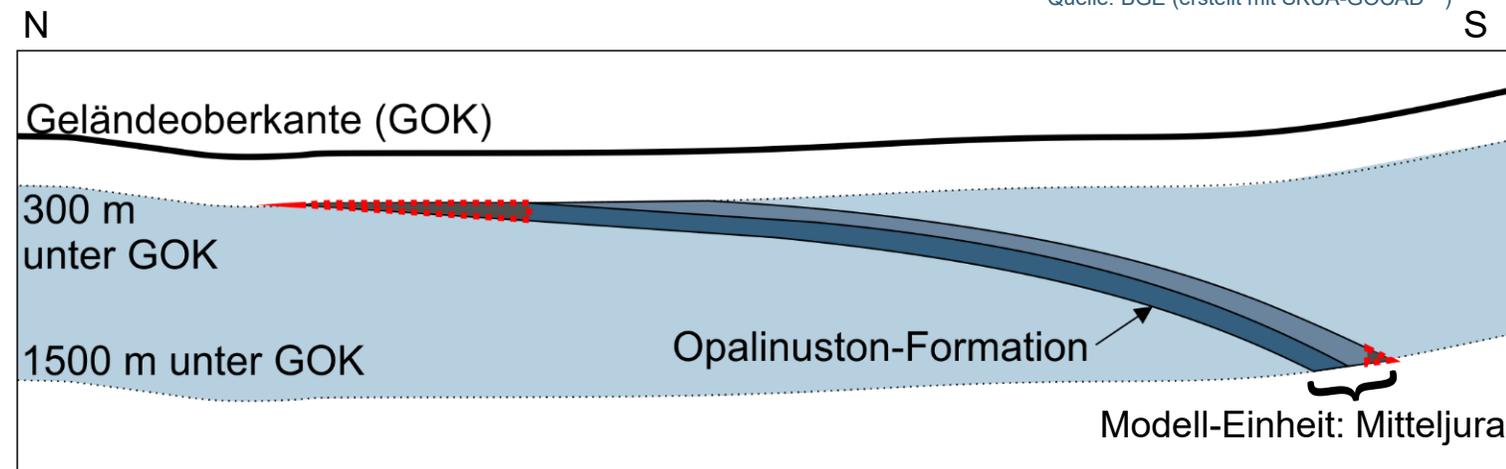
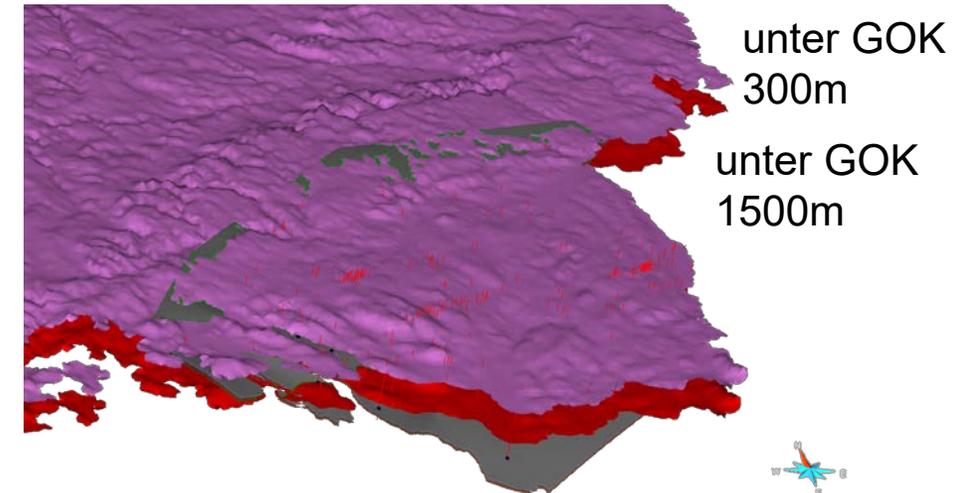
- Datenrecherche (Literatur & Stratigraphische Tabelle Deutschland)
- Bewertung Endlagerrelevanz Gesteinsabfolge
  - Lithologien, die die Erfüllung der MA Gebirgsdurchlässigkeit (ewG) erwarten lassen
  - Mächtigkeit
- Identifizierung potentiell endlagerrelevante Gesteinsabfolge als stratigraphische Einheit oder Teil dieser Einheit



# Bearbeitungskonzept – Schema

## Bearbeitungskonzept – Anwendung Mindestanforderungen 3D-Modell

- Das digitale Geländemodell wird dupliziert und um 300 m bzw. 1500 m in die Tiefe verschoben
- Basisfläche des Mittleren Jura wird mit den in die Tiefe verschobenen Flächen verschnitten
- Bereiche mit einer Mächtigkeit von weniger als 100 m wurden nicht betrachtet
- Plausibilitätsprüfung anhand von vorhandenen Bohrungen

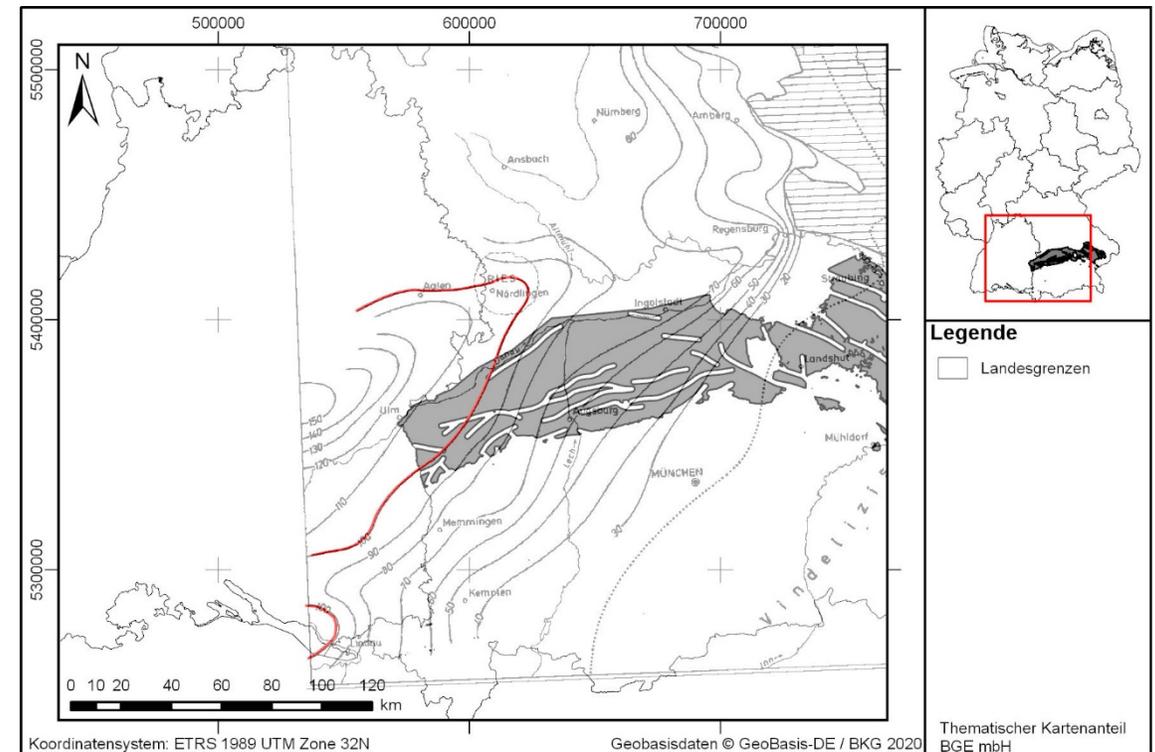
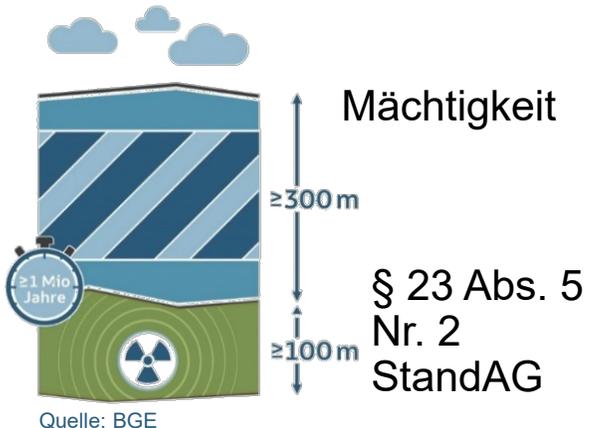


Quelle: BGE

# Mindestanforderungen in der Anwendung

## Bearbeitungskonzept – Anwendung Mindestanforderungen

- Mächtigkeitskarte der Opalinuston-Formation
- Anwendung der Mindestanforderung Mächtigkeit
- Abdeckung von Bereichen ohne 3D-Modell
- Plausibilitätsprüfung anhand von Bohrungen

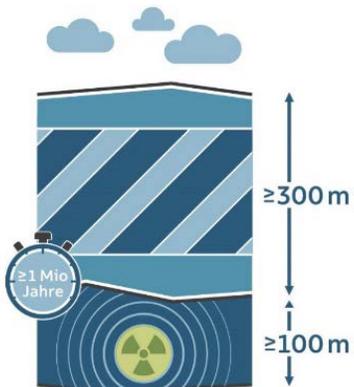


*Mächtigkeitskarte der Opalinuston-Formation (Dogger α) aus Meyer & Schmidt-Kaler (1996)*

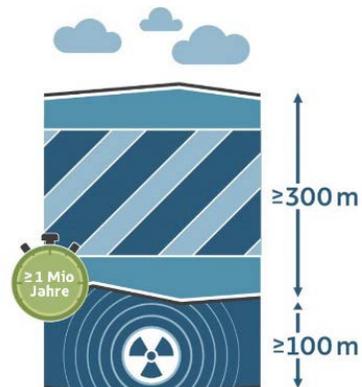
# Mindestanforderungen in der Anwendung

## Bearbeitungskonzept – Identifizierte Gebiete

- Verschneiden mit den ausgeschlossenen Gebieten nach § 22 StandAG
- Prüfung auf Erfüllung des Flächenbedarfs 10 km<sup>2</sup> (§ 23 Abs. 5 Nr. 4 StandAG)
- Prüfung auf Erfüllung des Erhalts der Barrierewirkung (§ 23 Abs. 5 Nr. 5 StandAG)

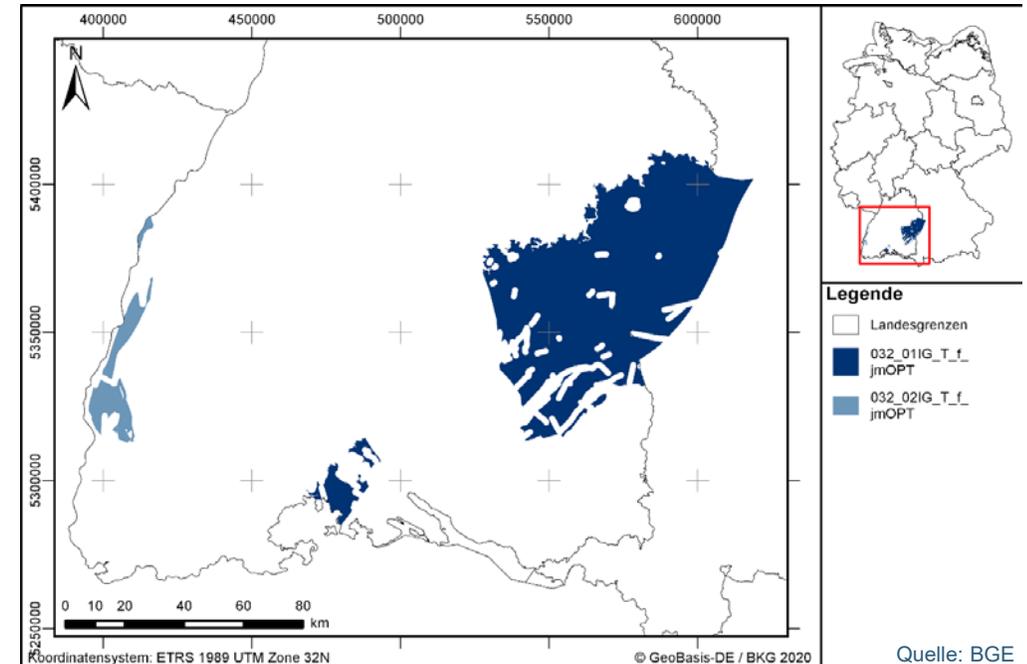


Quelle: BGE

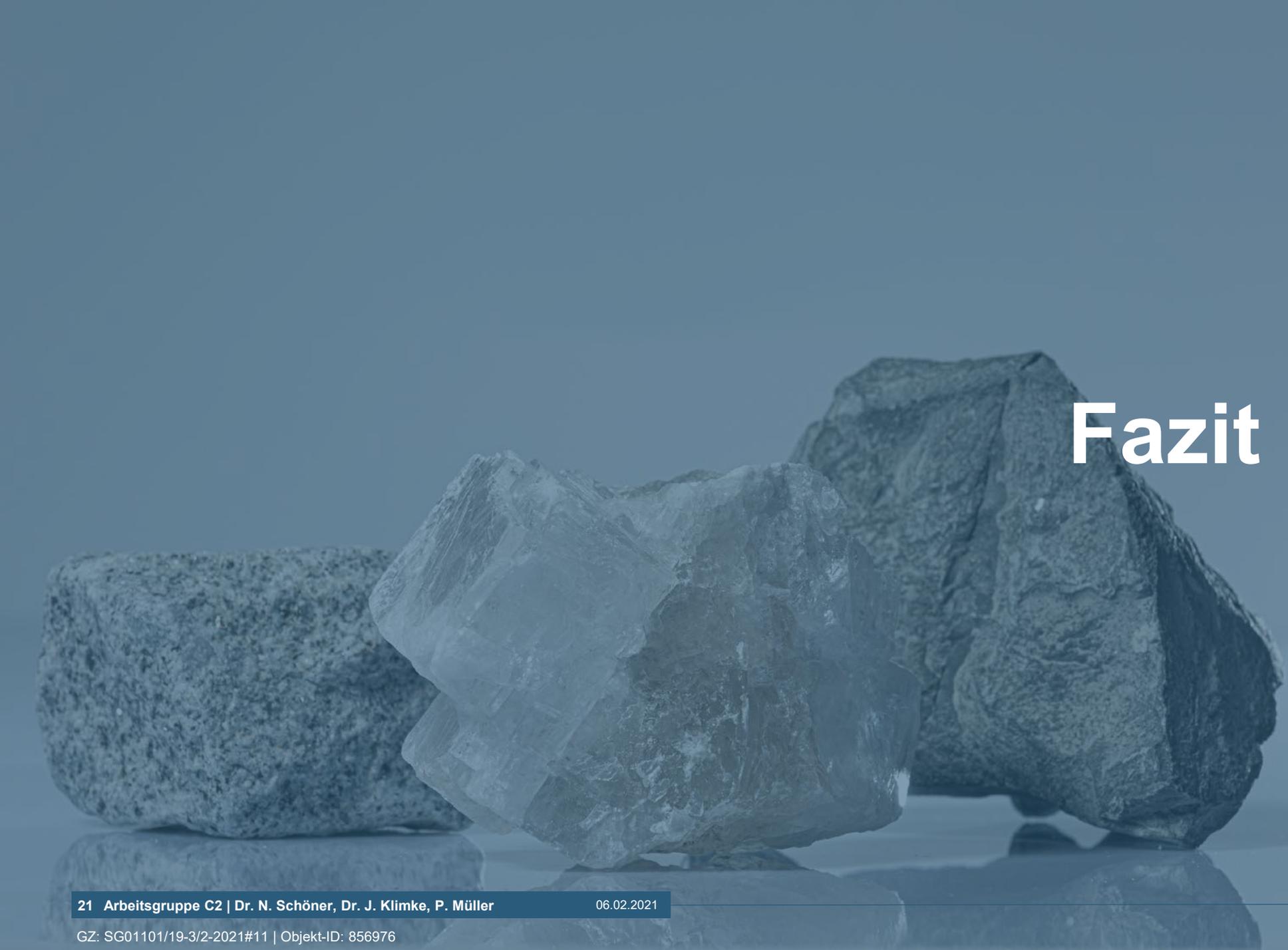


Quelle: BGE

§ 23 Abs. 5  
Nr. 4 u. Nr. 5  
StandAG



ID Identifiziertes Gebiet	Mächtigkeit <sub>max</sub> in m	Tiefe <sub>min</sub> in m u. GOK	Tiefe <sub>max</sub> in m u. GOK	Gesamtfläche in km <sup>2</sup>
032_01IG_T_f_jmOPT	300	400	1 500	4241
032_02IG_T_f_jmOPT	600	400	1 500	325

The image shows three distinct mineral specimens resting on a reflective surface. The specimen on the left is a dark, rectangular block with a rough, porous texture. The central specimen is a large, clear, faceted crystal with a complex, multi-faceted structure. The specimen on the right is a dark, angular rock fragment with a rough, crystalline texture. The background is a solid, light blue color.

Fazit

05

# Tongestein – Mindestanforderungen im Gesetz und in der Anwendung

## Fazit

- Identifizierte Gebiete in den stratigraphischen Einheiten von Tertiär bis Unterjura
- Identifizierte Gebiete liegen im Bereich des Norddeutschen Beckens, des Molassebeckens und der Schwäbischen Alb
- Anwendung der Mindestanforderungen mit 3D-Modellen und Karten, Bohrungen vor allem als Positivbeleg
- Bohrungen sind lediglich punktuelle Informationen über das Erfüllen der Mindestanforderungen
- Anwendung der Mindestanforderungen auf Stratigraphische Einheiten, die endlagerrelevante Gesteinsabfolgen enthalten



DIE METHODE IST SO ANGELEGT, DASS DER DETAILLIERUNGSGRAD IM LAUFE DES VERFAHRENS STEIGT

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit! Sie wollen noch einmal nachlesen?



- **Die interaktive Einführung** zur Erstellung des Zwischenberichts und zu allen Kriterien und Anforderungen finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/zwischenbericht-teilgebiete/storymap-vollbild/>
- **Ihre Fragen und unsere Antworten** finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/fragen-und-antworten/>
- Den **Zwischenbericht Teilgebiete** mit allen Unterlagen und Anlagen finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/wesentliche-unterlagen/zwischenbericht-teilgebiete/>
- Eine **eigene Seite zu jedem Teilgebiet** finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/zwischenbericht-teilgebiete/liste-aller-teilgebiete/>
- Eine **interaktive Karte** mit allen Teilgebieten und identifizierten Gebieten sowie den ausgeschlossenen Gebieten finden Sie hier: <https://www.bge.de/de/endlagersuche/zwischenbericht-teilgebiete/>

Kontakt: [dialog@bge.de](mailto:dialog@bge.de)

[www.bge.de](http://www.bge.de)  
[www.einblicke.de](http://www.einblicke.de)



- Hoth, P., Wirth, H., Reinhold, K., Bräuer, V., Krull, P. & Feldrappe, H. (2007): Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen Deutschlands. Untersuchung und Bewertung von Tongesteinsformationen. Berlin / Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
- Nagra (2019) Tongesteine – und ihr Beitrag zur Lagerung der radioaktiven Abfälle. Die Nagra veröffentlicht in loser Folge Themenhefte zur nuklearen Entsorgung Dezember 201
- Meyer, R. K. F. and H. Schmidt-Kaler (1996). Jura. Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:500.000. W. Freudenberger and K. Schwerd. München, Bayerisches Geologisches Landesamt: 90-102.



## **BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG**

**Bereich Standortauswahl**

Eschenstraße 55, 31224 Peine

**[www.bge.de](http://www.bge.de)**  
**[www.einblicke.de](http://www.einblicke.de)**



**@die\_BGE**