



BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

# 3. FORUM ENDLAGERSUCHE – AG 3

Einengung im Rahmen der rvSU im Wirtsgestein  
Steinsalz in stratiformer Lagerung

DR. DOROTHEA REYER

Würzburg, 22.11.2024

# AGENDA

Einengung im Rahmen der  
rvSU im Wirtsgestein  
Steinsalz in stratiformer  
Lagerung

01

STARTPUNKT DER rvSU

02

DIE VORBEREITUNG DER rvSU

03

DIE BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

04

VERÖFFENTLICHUNG DER ARBEITSSTÄNDE 2024

05

FAZIT UND AUSBLICK



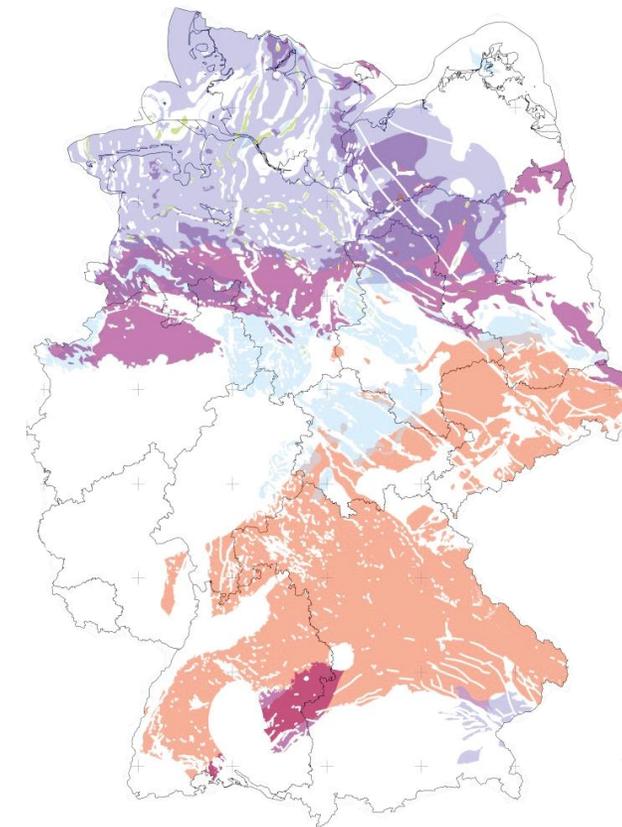
# STARTPUNKT DER rvSU

# 01

# TEILGEBIETE STEINSALZ IN STRATIFORMER LAGERUNG

## Zwischenbericht Teilgebiete – Ergebnisse

Wirtsgestein	Anzahl identifizierte Gebiete	Anzahl Teilgebiete	Fläche Teilgebiete In km <sup>2</sup>
Tongestein	12	9	129 639
Steinsalz, davon			
• stratiforme Lagerung	23	14	28 415
• steile Lagerung	139	60	2 034
Steinsalz gesamt	162	74	30 450
kristallines Wirtsgestein	7	7	80 786
<b>Gesamt</b>	<b>181</b>	<b>90</b>	<b>240 874</b>
<b>Anteil an Bundesfläche</b>			rd. 54 %



Quelle: BGE

# UMGANG MIT SPEZIFISCHEN HERAUSFORDERUNGEN IN DEN rvSU

Räumlich differenzierte Bewertung

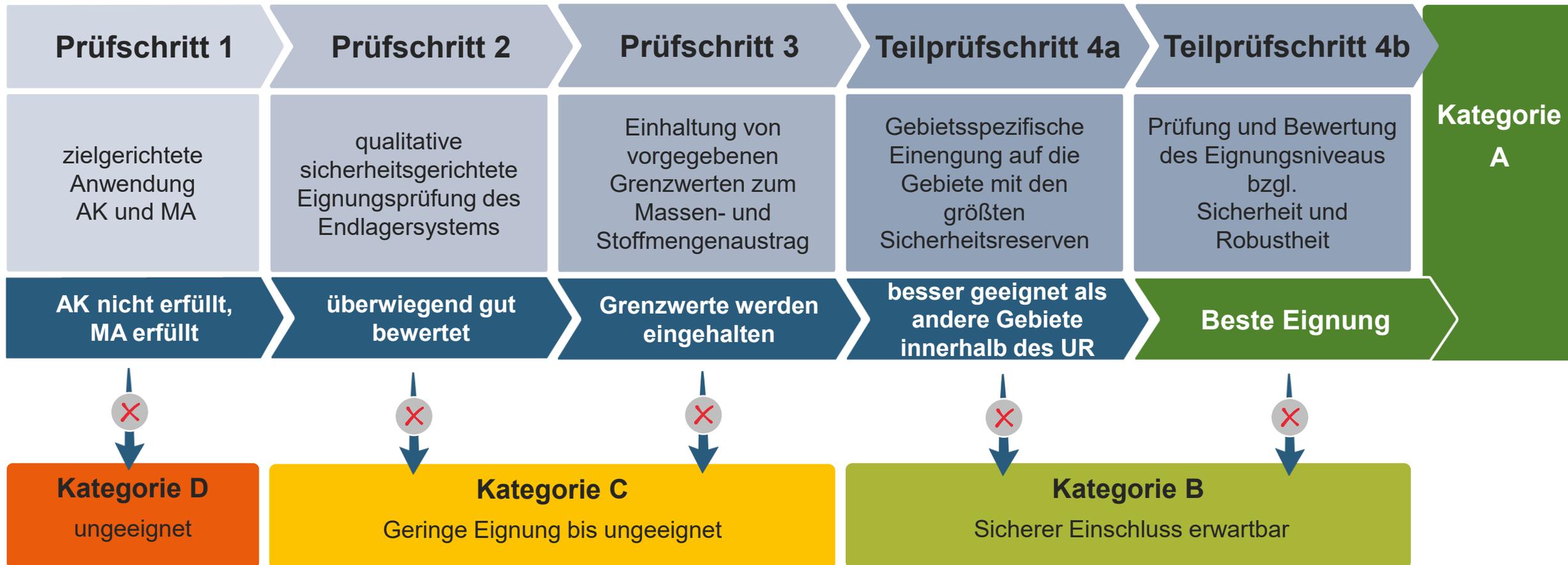


Einführen von Prüfschritten mit  
zunehmender **Detailierung**

„die Hürde wird höher“

# DURCHFÜHRUNG DER rvSU

## Übersicht über die Prüfschritte



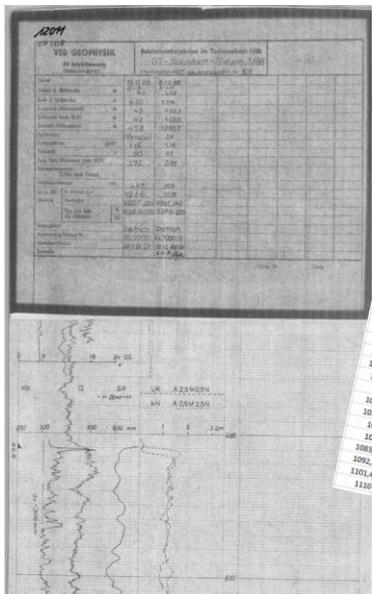


# DIE VORBEREITUNG DER rvSU

# 02

# DIE VORBEREITUNG DER rvSU Datengrundlage

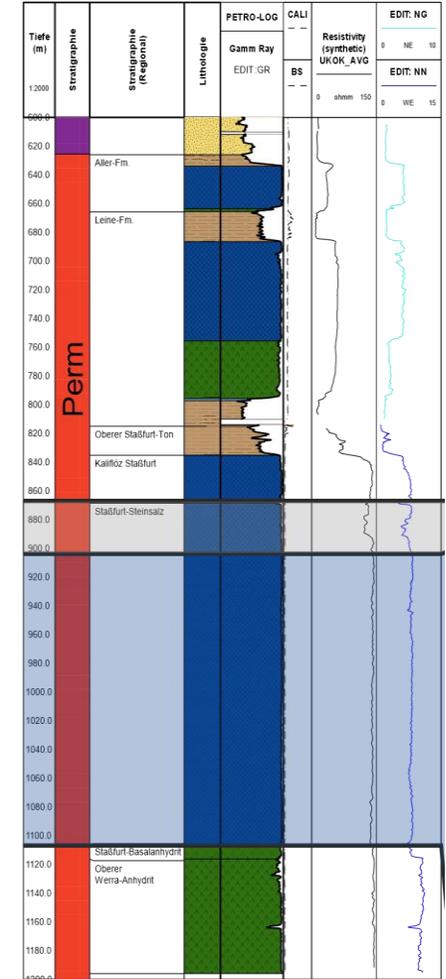
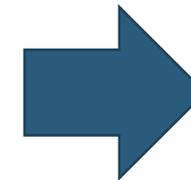
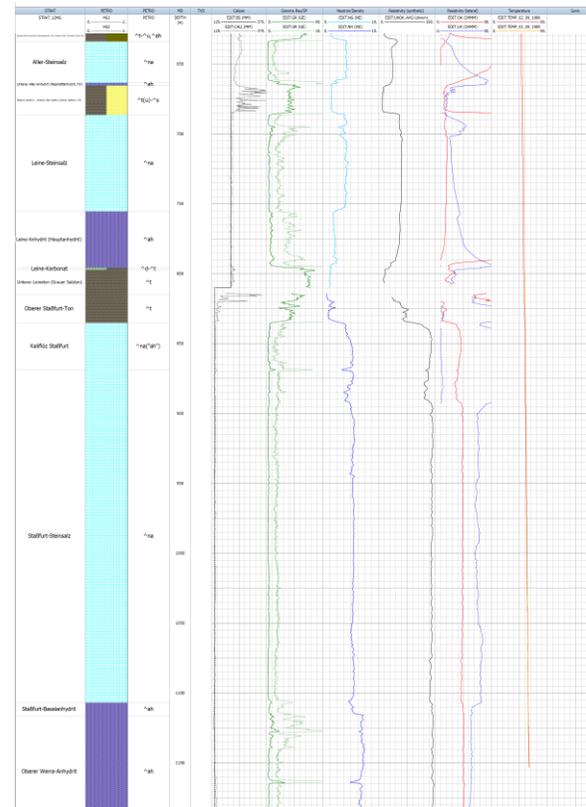
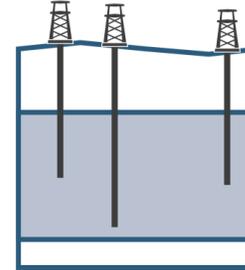
- Aufbereitung und Digitalisierung von Daten aus den Teilgebieten



19-22. Werra-Salz  
- 1166 m Steinsalz, weißlichgrau, sehr rein, wenig Anhydrit;  
- 1166,5 m Steinsalz mit Anhydritblättern; Anhydrit, hellgrau, krümelig.  
- 1171 m Feinsalz von Steinsalz und Anhydrit, hellgrau, krümelig.  
- 1184 m Salz, mit sehr feinen Anhydritblättern.  
- 1193, m Steinsalz, weißlich, s.T. durch drüsenartige Lager, wenig Anhydrit.  
- 1206 m Anhydritreiche Lage, mit Steinsalz vermischt, wenig Anhydrit.  
- 1236,5 m Steinsalz, weißlich, wenig Anhydrit.  
- 1300,5 m Steinsalz, wenig Anhydrit.

Top	Basis	Mächtigkeit	Lithologie	SEPI	Litholog	SEPI	Litholog	SEPI	Litholog	SEPI	Litholog
382,7	383,4	2,7	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
385,4	390,5	15,1	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
390,5	398,0	7,5	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
398,0	400,45	2,45	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
400,45	403,15	2,7	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
403,15	404,9	1,75	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
404,9	404,2	0,7	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
404,2	404,8	0,6	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
404,8	406,2	11,4	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
406,2	406,5	0,3	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
406,5	407,4	0,9	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
407,4	408,3	0,9	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
408,3	409,2	0,9	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
409,2	409,7	0,5	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
409,7	410,4	0,7	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
410,4	411,0	0,6	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt
411,0	411,9	0,9	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt	fs	mt

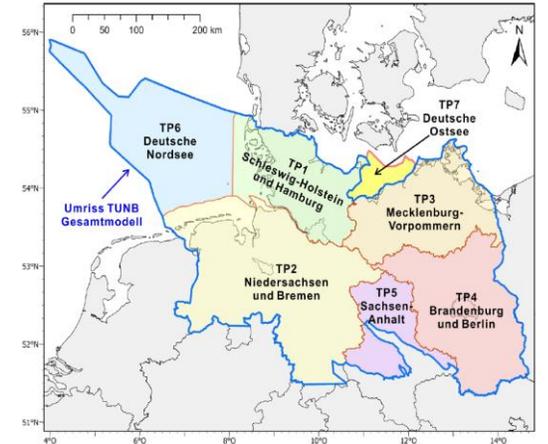
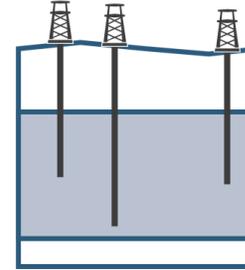
## Datengrundlage



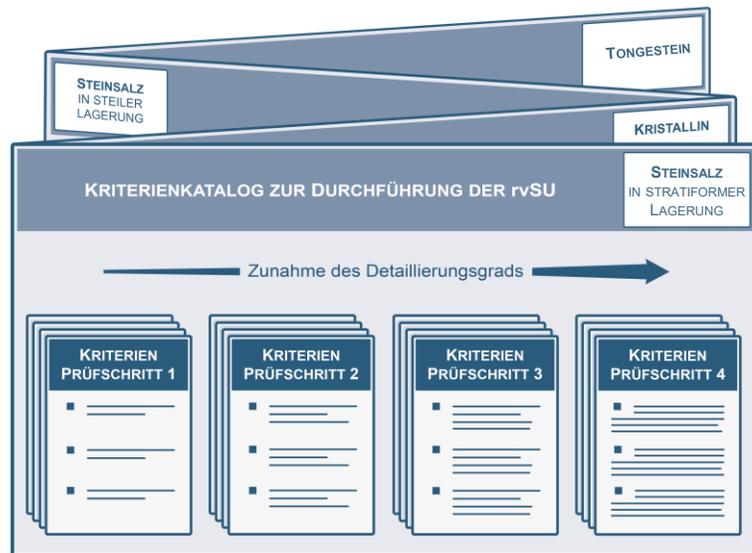
# DIE VORBEREITUNG DER rvSU

- Verbesserte Datengrundlage, z. B. Norddeutschland durch die Bereitstellung des Modells „Tiefer Untergrund Norddeutschlands“
- Einbeziehen von Ergebnissen aus Forschungsprojekten (z. B.: *Subrosion-ewG*)
- Entwicklung des Kriterienkataloges

## Datengrundlage



Quelle: Warnecke 2021



Quelle: BGE

	Erwärmung				Abkühlung			Erwärmung
	küstenfern	küstennah	Meeresüberdeckung	küstennah	küstenfern	gletscherfern	Gletschernah/Überdeckung	gletschernah
sehr hoch								
hoch								
mäßig						Talik		
gering								
sehr gering	Heutiger Zustand	Zunehmende Versalzung des Grundwassers		Trockener	Kontinuierlicher Permafrost	Erosion, Kluftbildung		Erosion, Kluftbildung

Quelle: GRS (in prep.)

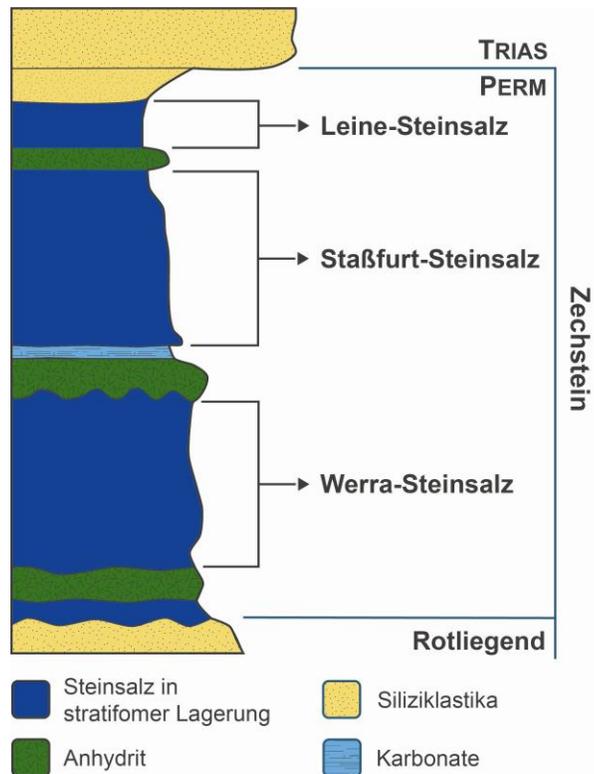
The background of the slide features three dark, crystalline mineral samples resting on a reflective surface. The samples vary in shape and texture, with some showing clear crystal faces and others appearing more blocky or irregular. The lighting is soft, creating subtle highlights and shadows that emphasize their three-dimensional forms. The overall color palette is a range of dark blues and greys, contributing to a professional and scientific atmosphere.

# DIE BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

# 03

# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## Beispiel: Thüringer Becken (078\_02TG)



Quelle: BGE

### Schritt 1, Phase I

Identifikation von **stratigraphischen** Einheiten, die Steinsalze enthalten, mit Mächtigkeit mind. 100 m:

➡ Ausweisung des stratigraphischen Bereichs des **Zechstein**

### Schritt 2, Phase I

Identifikation von **lithologischen** Einheiten (Steinsalz-Abfolgen) mit Mächtigkeit mind. 100 m

➡ Schrittweise Fokussierung auf die besten Gebiete innerhalb von:

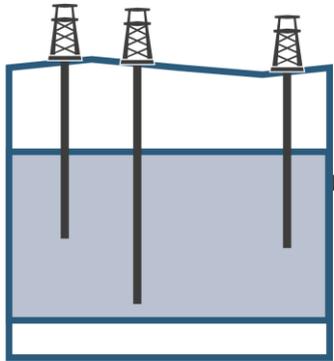
➤ Staßfurt-Steinsalz

➤ Werra-Steinsalz

# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## Von der Datengrundlage zur Gebietsbewertung

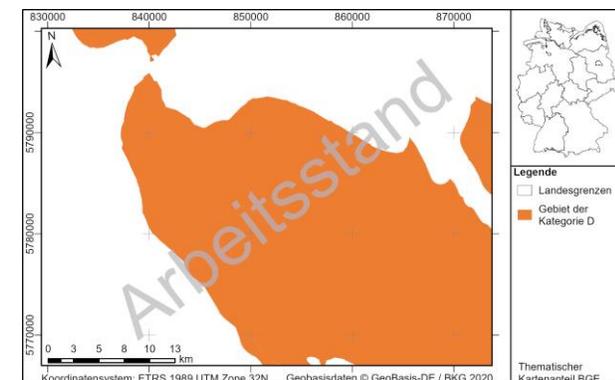
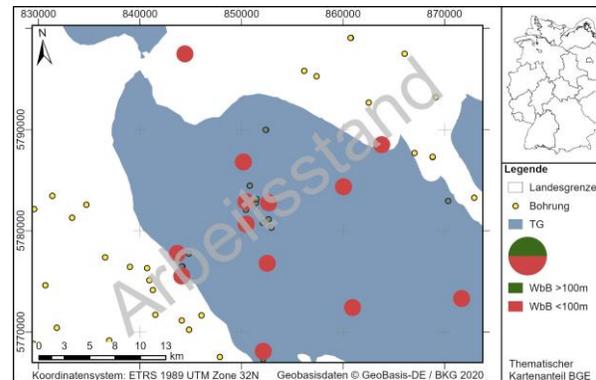
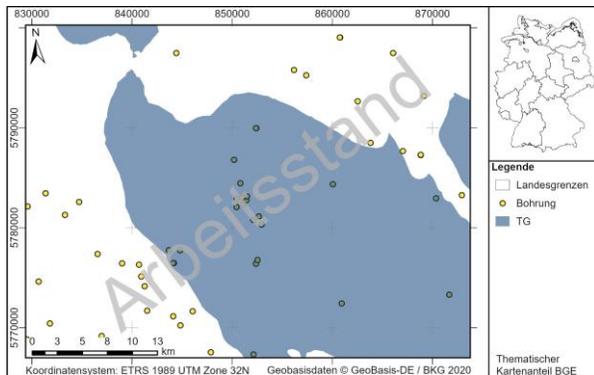
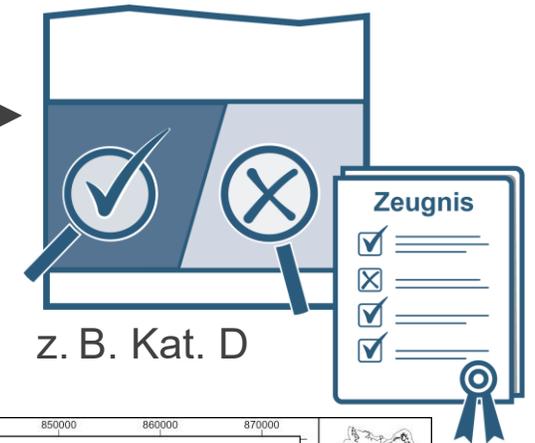
Datengrundlage



Auswertung und  
Bearbeitung



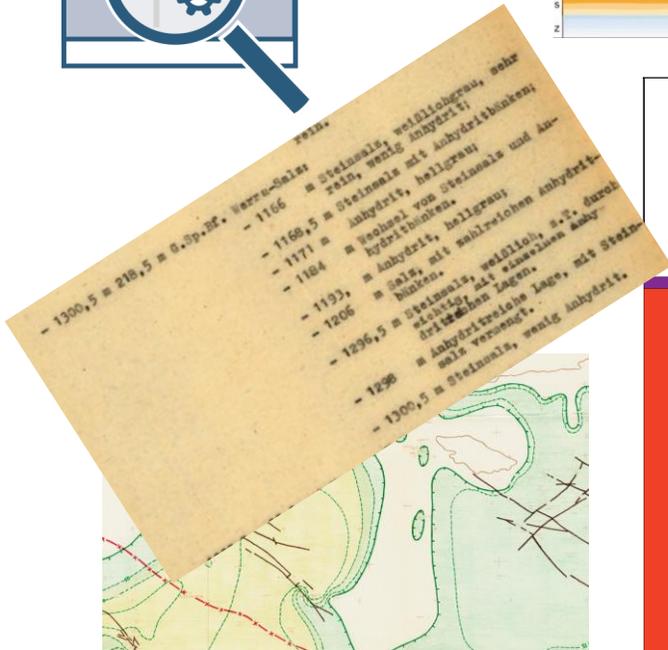
Bewertung



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## Überregionale Eingrenzung

Auswertung und  
Bearbeitung



Stratigraphie	Stratigraphie (Regional)	Lithologie	PETRO-LOG		Bewertung
			Gamma Ray EDIT:GR	CALI BS	
Perm	Möln-Fm.				Mächtigkeit > 100 m
	Aller-Fm.				
	Leine-Fm.				
	Steißfurt-Fm.				
	Werra-Fm.				
	Rotliegendes Ordovizium				

Überprüfung des rvSU-Kriteriums „Mächtigkeit“  
bezogen auf die verschiedenen Steinsalz-Abfolgen

Auswertung von vorliegenden Informationen aus:

- Bohrungen (bohrlochgeophysikalische Daten und Schichtenverzeichnisse)
- Mächtigkeitskarten
- Profilschnitten

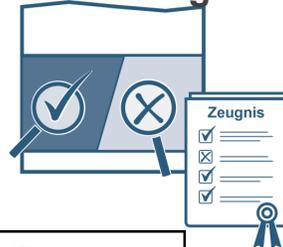


Ermittlung der Gebiete, in denen mind. eine  
Steinsalz-Abfolge voraussichtlich mehr als 100 m  
Mächtigkeit aufweist

# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

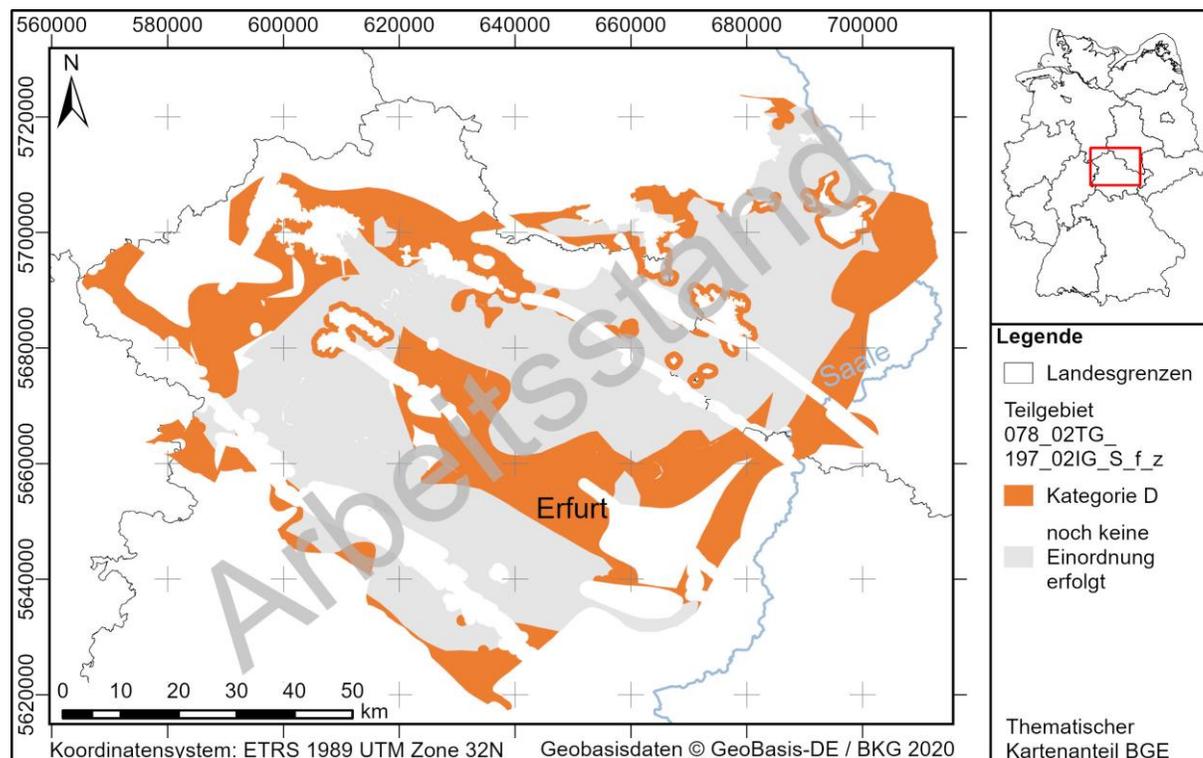
## Überregionale Eingrenzung

### Bewertung



Überregionale Anwendung der rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 1

- „Mächtigkeit“ (mind. 100 m)
- „Aktive Störungszonen – Atektonische Vorgänge“ (Subrosionserscheinungen)
- „Bergbauliche Tätigkeiten“
- „Fläche des Endlagers“ (mind. 3 km<sup>2</sup>)



→ Großflächige Bereiche im Thüringer Becken haben die Hürde Prüfschritt 1 übersprungen und werden weiter bearbeitet.

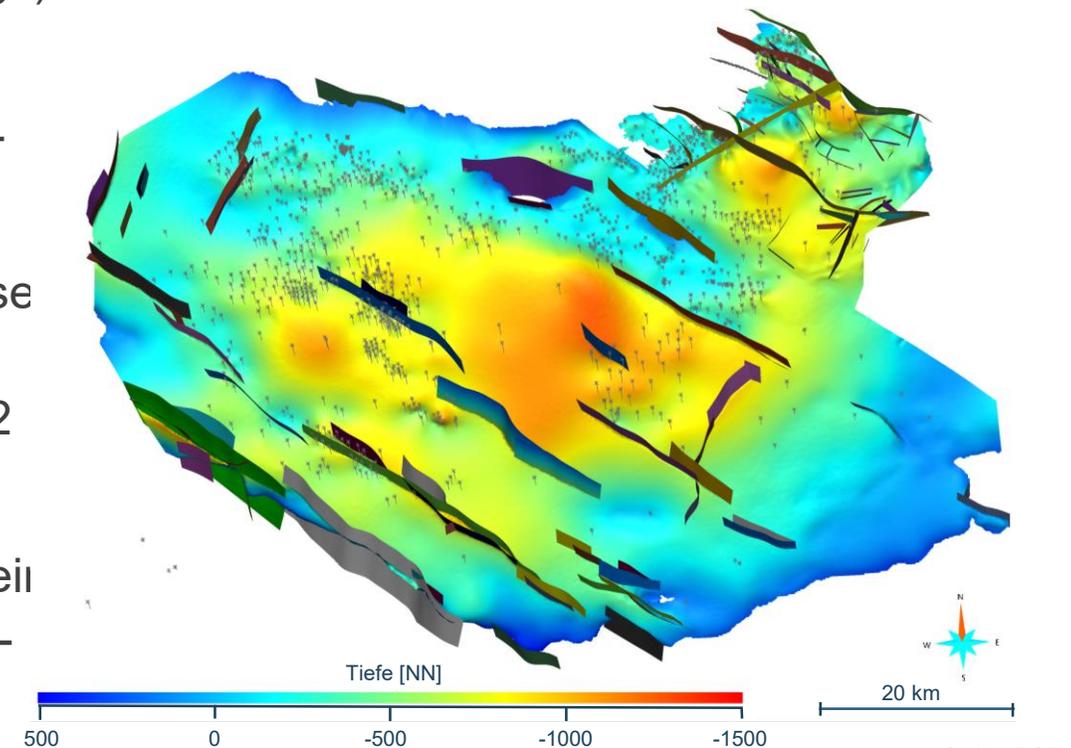
→ Detaillierte Betrachtung von Teufe und Mächtigkeit der Steinsalze innerhalb der verbleibenden Gebiete

# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## Erstellung von Strukturmodellen

- Auswertung von Bohrungsinformationen (Bohrakten, Logs) und Strukturkarten zusammen mit Interpolation
- Grobe Modellierung von Top- und Basiskarten für Werra- und Staßfurt-Steinsalz
- Kein Fokus auf die Abbildung gestörter Bereiche, da diese über die rvSU-Kriterien „Tektonische Überprägung“ oder „Ungünstige tektonische Gesamtsituation“ in Prüfschritt 2 bewertet werden.

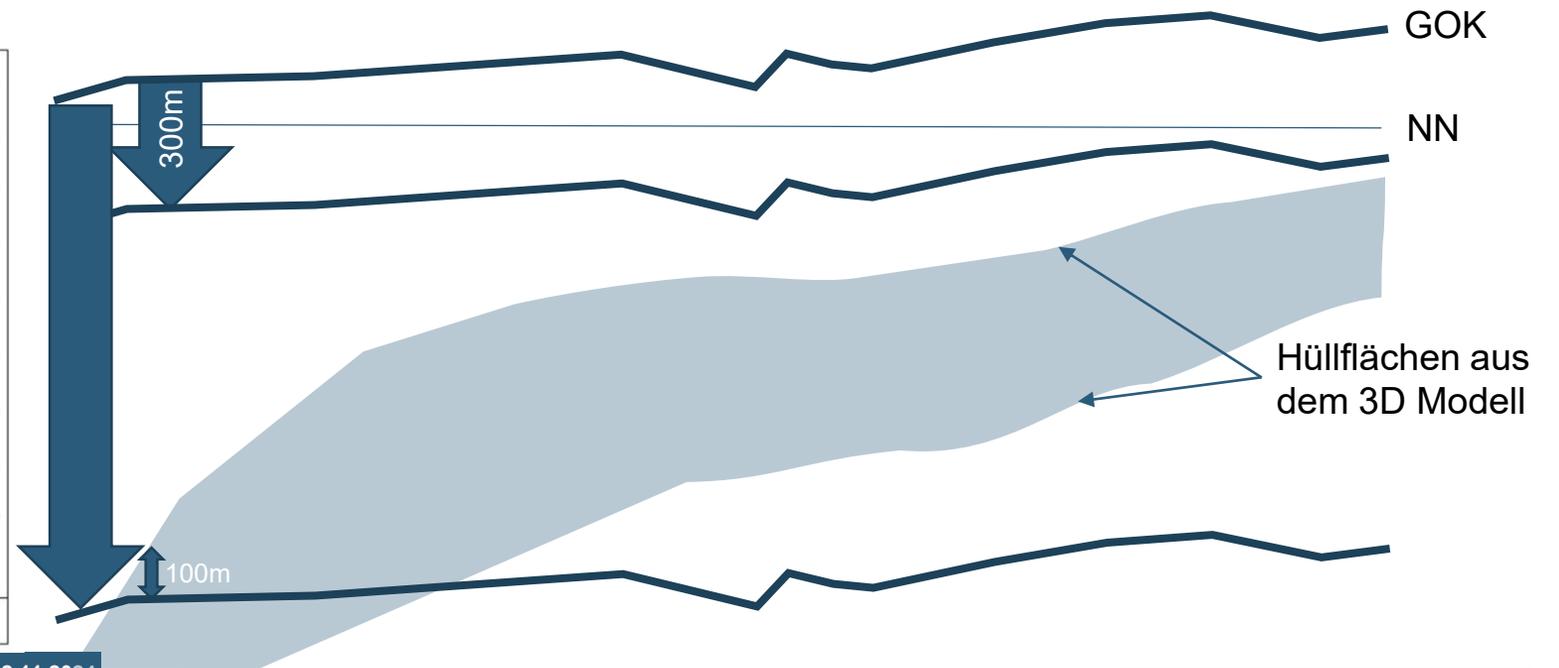
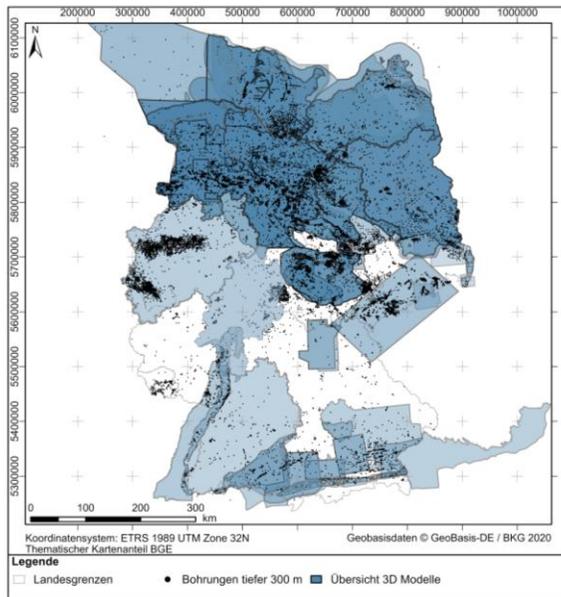
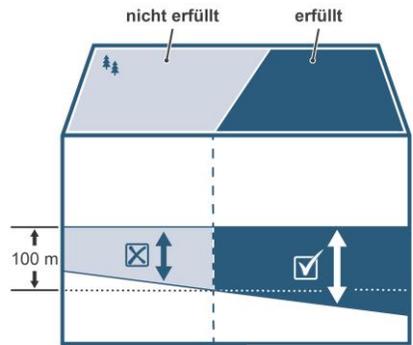
→ Diese neuen Karten dienen u. a. als Datengrundlage für eine erneute Bewertung der Mächtigkeit von Werra- und Staßfurt-Steinsalz.



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## Aktualisierte Datengrundlage

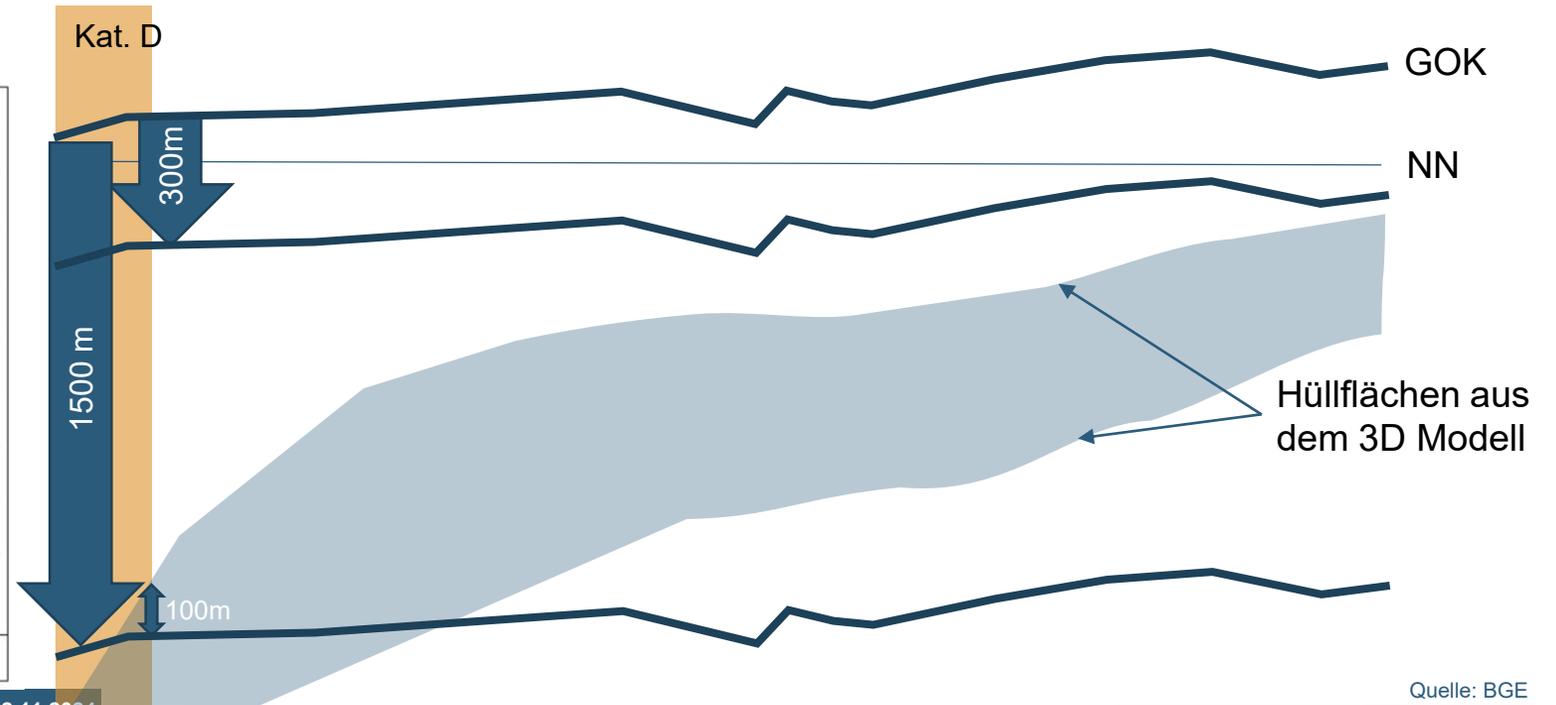
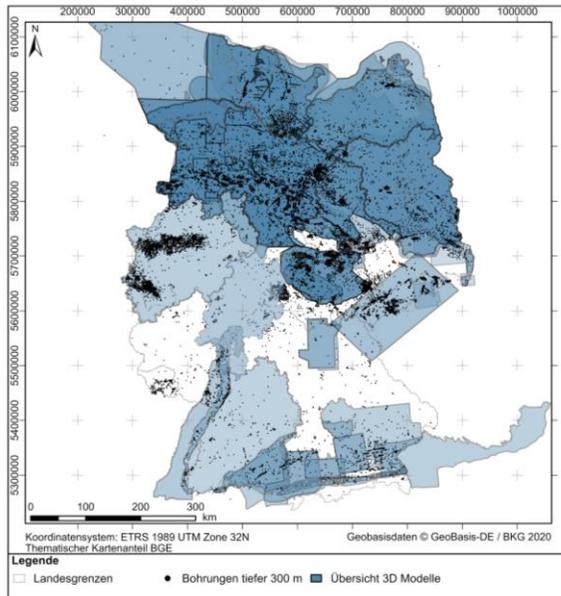
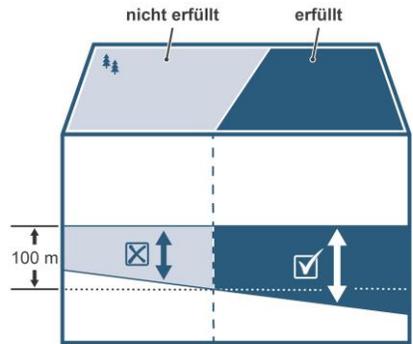
- Überprüfung der rvSU-Kriterien in Gebieten mit aktualisierter Datengrundlage → Neues 3D Modell (z. B. TUNB)
- Systematische Prüfung automatisiert im 3D-Raum



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## Aktualisierte Datengrundlage

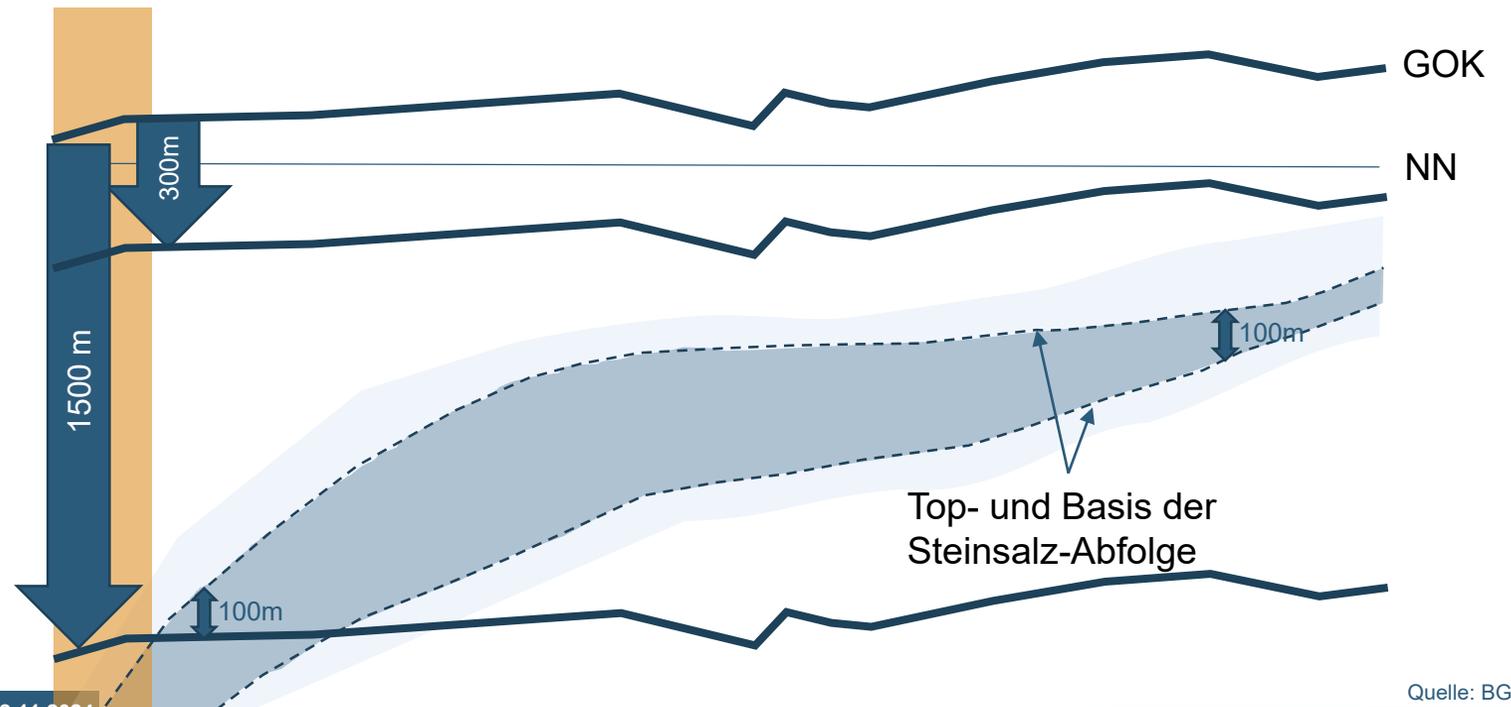
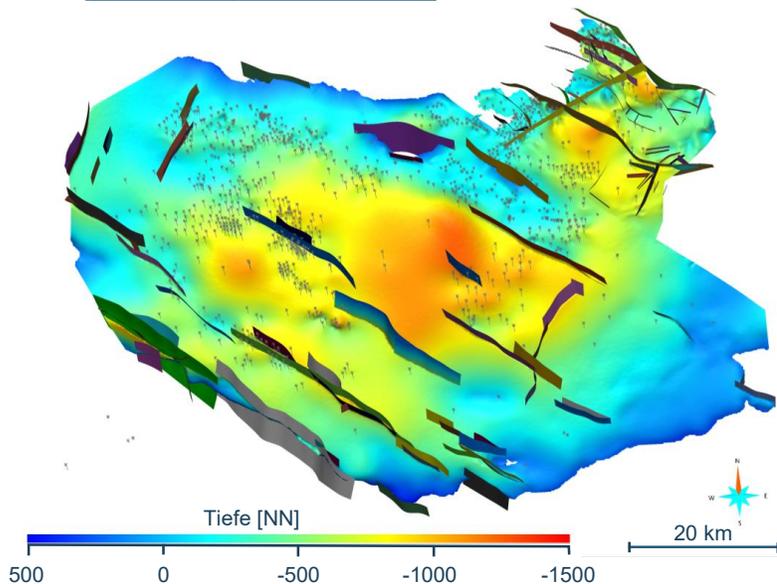
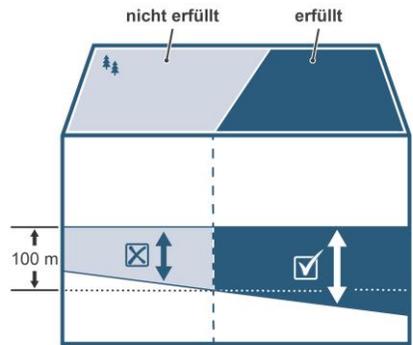
- Überprüfung der rvSU-Kriterien in Gebieten mit aktualisierter Datengrundlage → Neues 3D Modell (z. B. TUNB)
- Systematische Prüfung automatisiert im 3D-Raum



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## Aktualisierte Datengrundlage

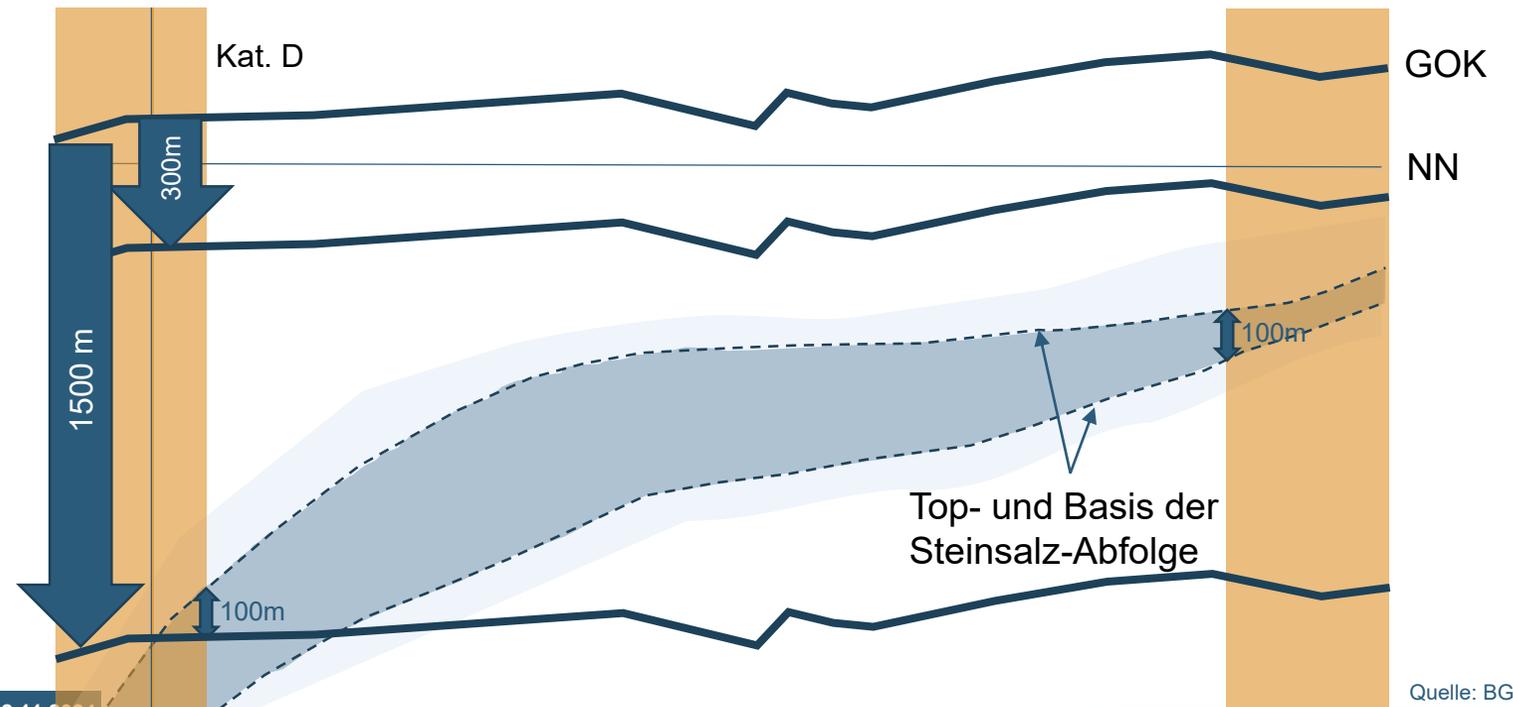
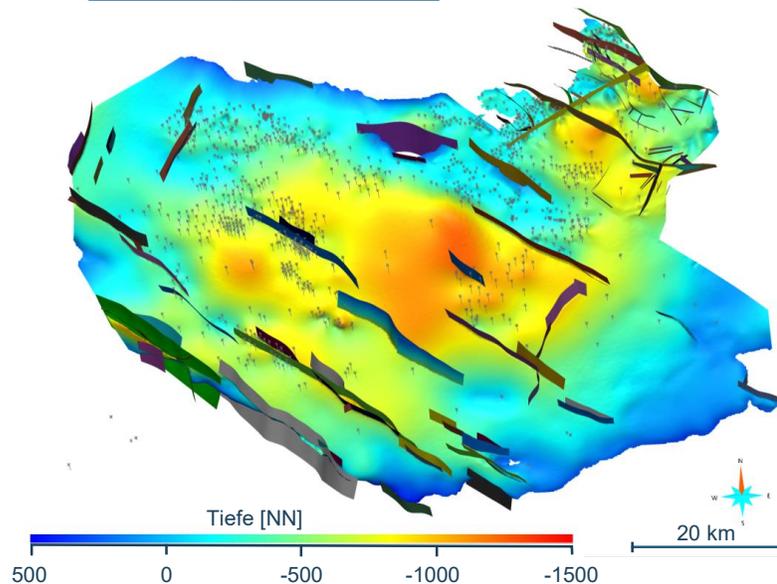
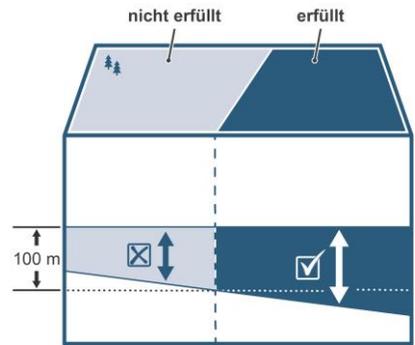
- Überprüfung der rvSU-Kriterien in Gebieten mit aktualisierter Datengrundlage → Top- und Basis der Steinsalzabfolge
- Systematische Prüfung automatisiert im 3D-Raum



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## Aktualisierte Datengrundlage

- Überprüfung der rvSU-Kriterien in Gebieten mit aktualisierter Datengrundlage → Top- und Basis der Steinsalzabfolge
- Systematische Prüfung automatisiert im 3D-Raum



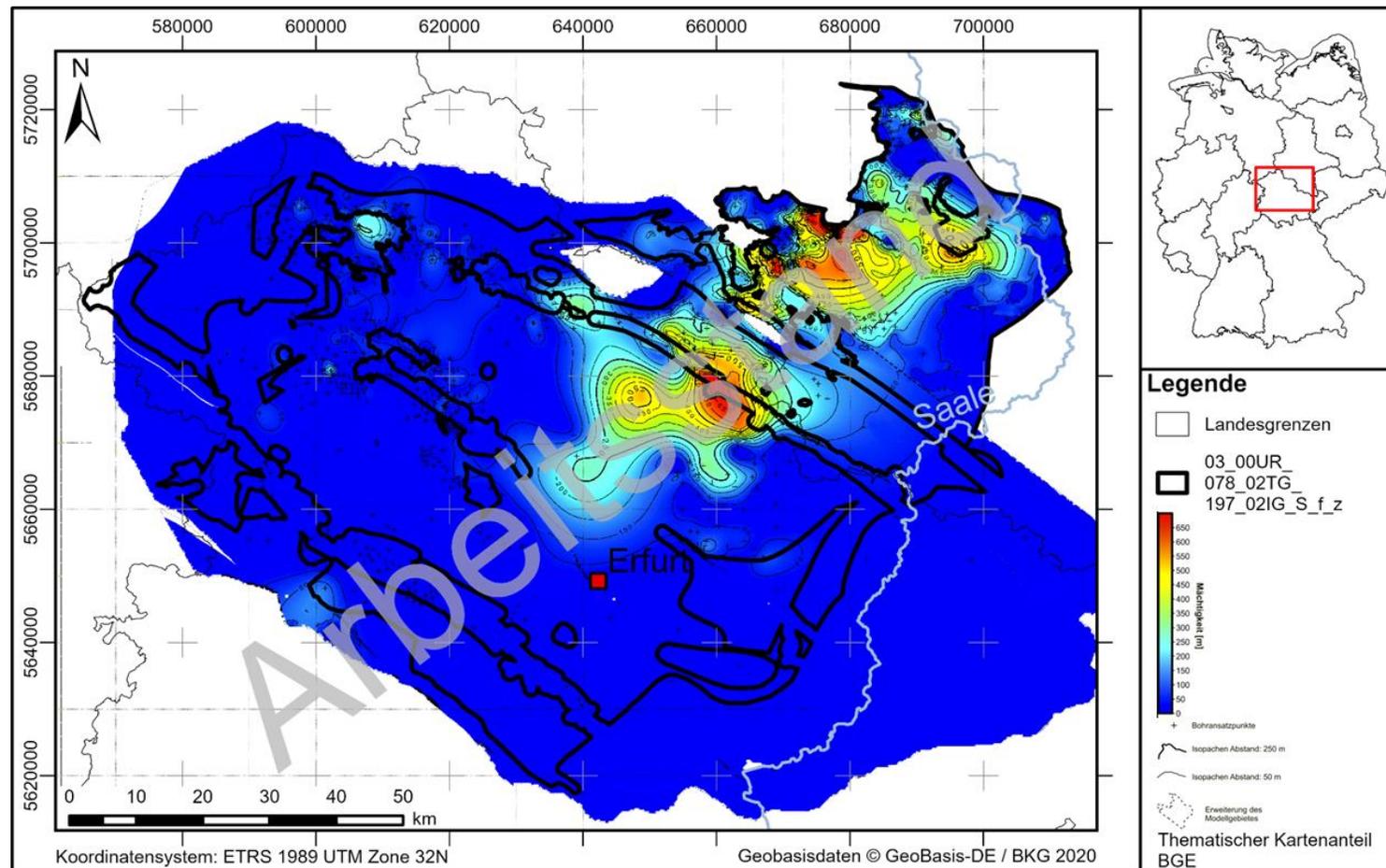
# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## Aktualisierte Datengrundlage

### Thüringer Becken – Staßfurt-Steinsalz

Neue Mächtigkeitskarten und Tiefenkarten zur Anwendung der rvSU-Kriterien:

- P1 „Mächtigkeit“
- P2 „Barrierenmächtigkeit“
- P2 „Ungünstige Tiefenlage Steinsalz (Subrosion)“



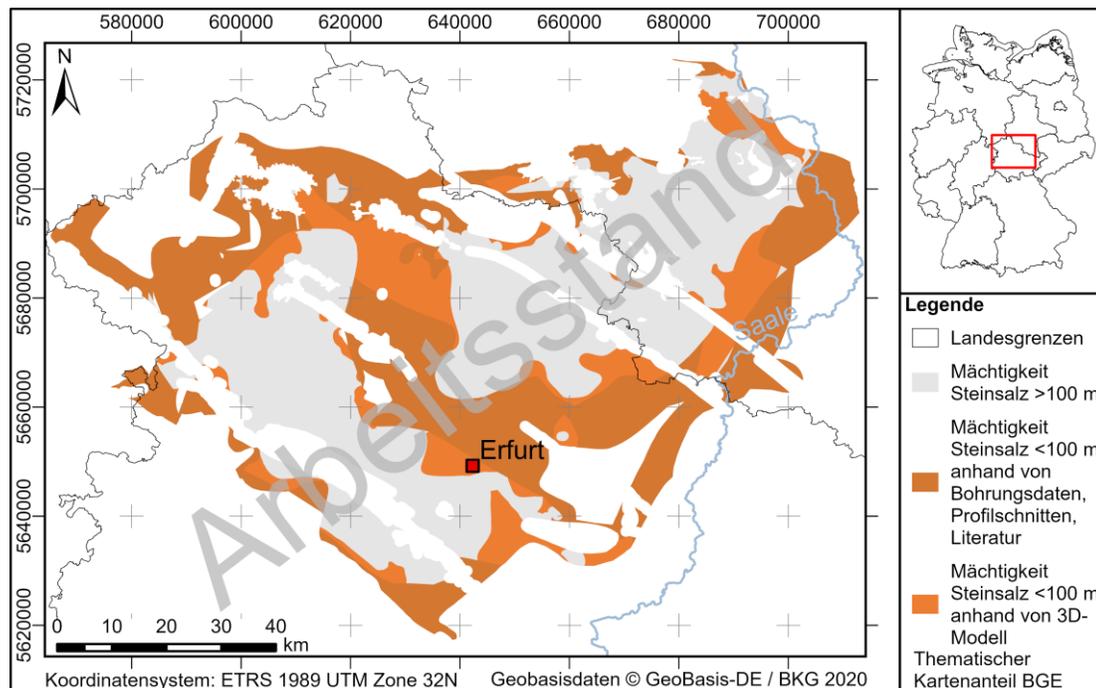
# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## rvSU-Kriterien Mächtigkeit (P1) und Barrierenmächtigkeit (P2)

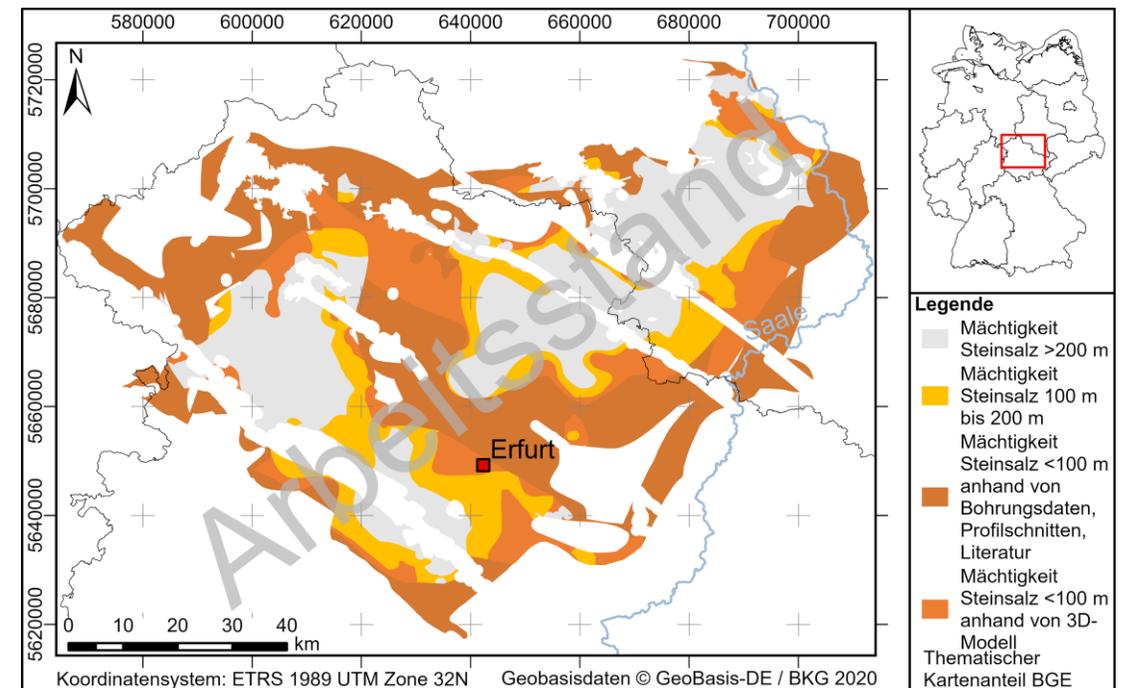
### Thüringer Becken – Werra- und Staßfurt-Steinsalz



#### P1 „Mächtigkeit“



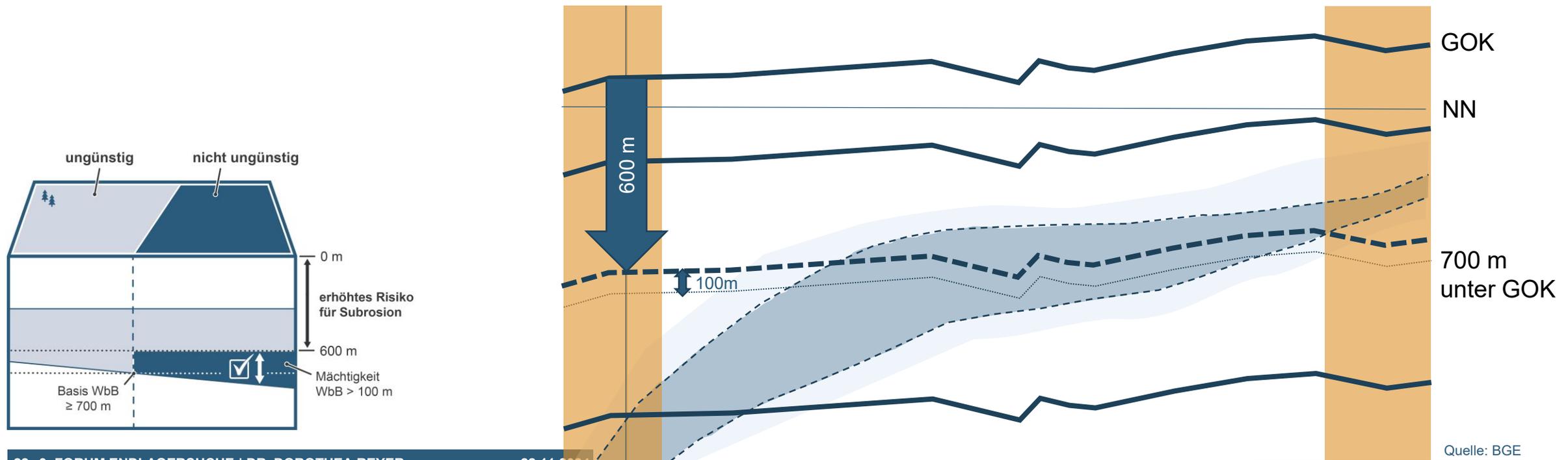
#### P2 „Barrierenmächtigkeit“



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## rvSU-Kriterium „Ungünstige Tiefenlage Steinsalz (Subrosion)“

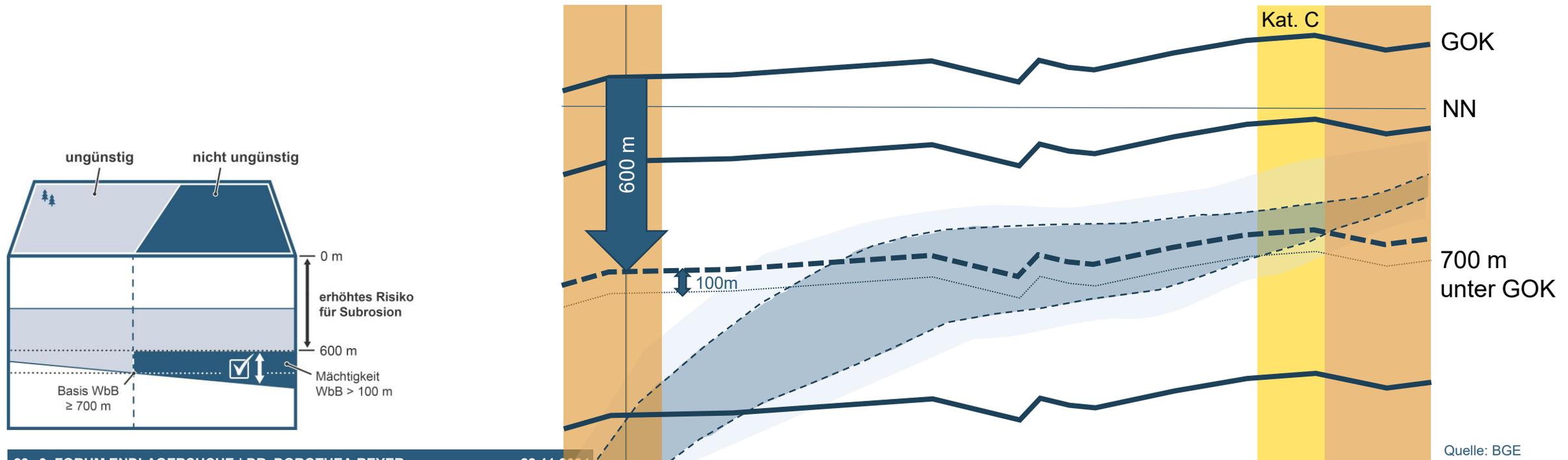
- Das rvSU-Kriterium wird mit „ungünstig“ bewertet, wenn die Basis des WbB flacher als 700 m unter GOK ist, da oberhalb 600 m unter GOK ein erhöhtes Risiko für Subrosion besteht.
- Systematische Prüfung automatisiert im 3D-Raum.



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## rvSU-Kriterium „Ungünstige Tiefenlage Steinsalz (Subrosion)“

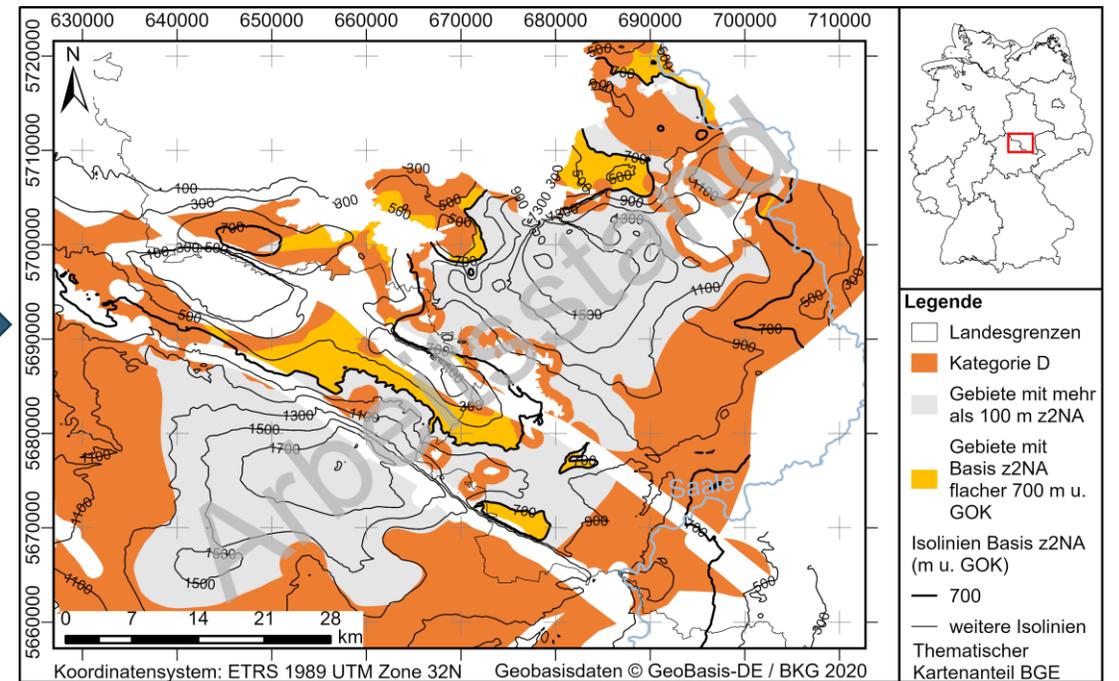
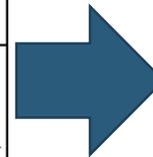
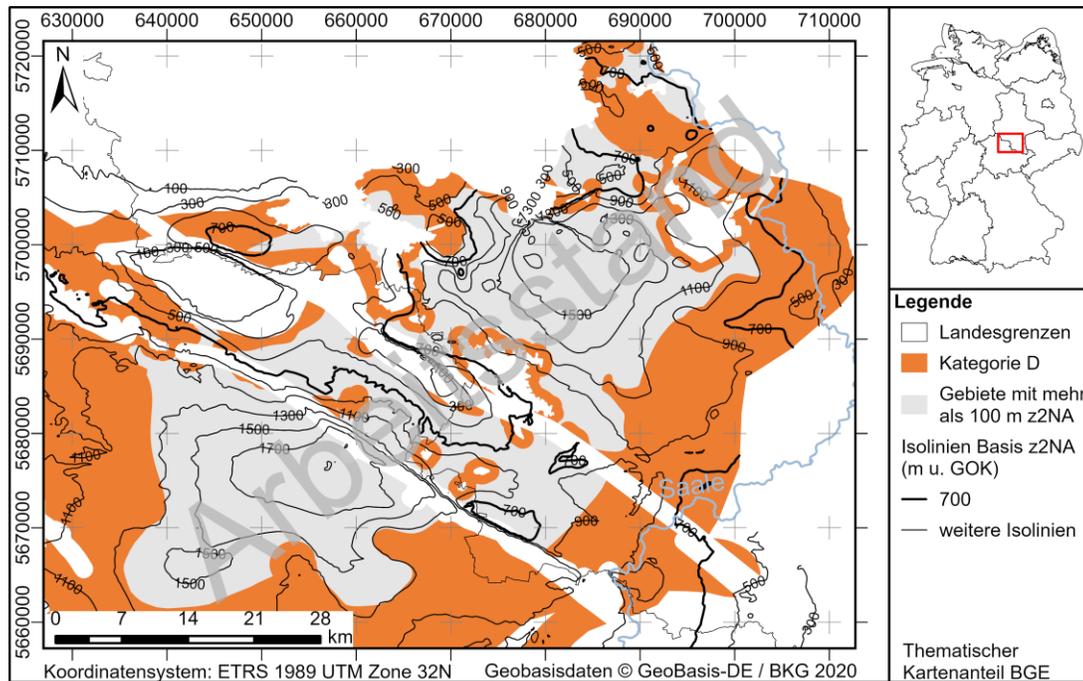
- Das rvSU-Kriterium wird mit „ungünstig“ bewertet, wenn die Basis des WbB flacher als 700 m unter GOK ist, da oberhalb 600 m unter GOK ein erhöhtes Risiko für Subrosion besteht.
- Systematische Prüfung automatisiert im 3D-Raum.



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## rvSU-Kriterium „Ungünstige Tiefenlage Steinsalz (Subrosion)“

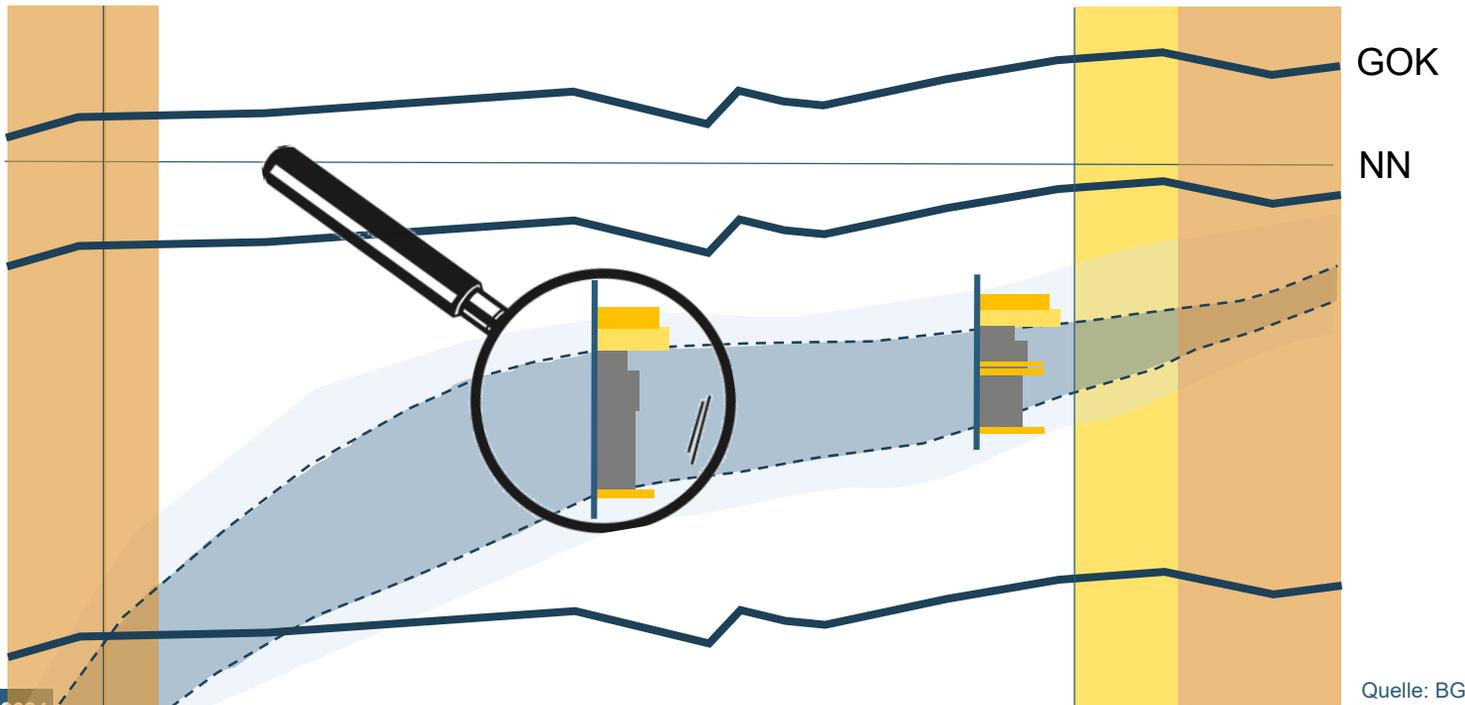
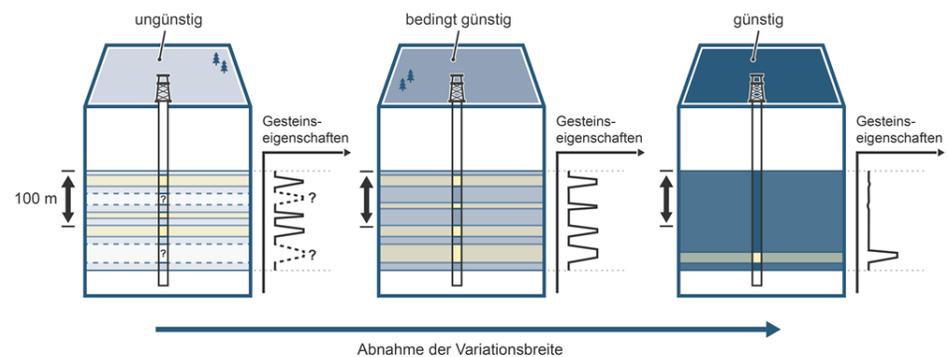
### Thüringer Becken – Staßfurt-Steinsalz



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## rvSU-Kriterium „Variationsbreite“

- In den verbleibenden Gebieten erfolgt eine Bewertung der Lithologie.
- Das rvSU-Kriterium wird mit „bedingt günstig“ bewertet, wenn nach der bohrlochgeophysikalischen Auswertung eine deutliche Variationsbreite der Eigenschaften aufgrund von Verunreinigungen oder wechselnder Lithologie vorliegt, bezogen auf die besten 100 m.



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

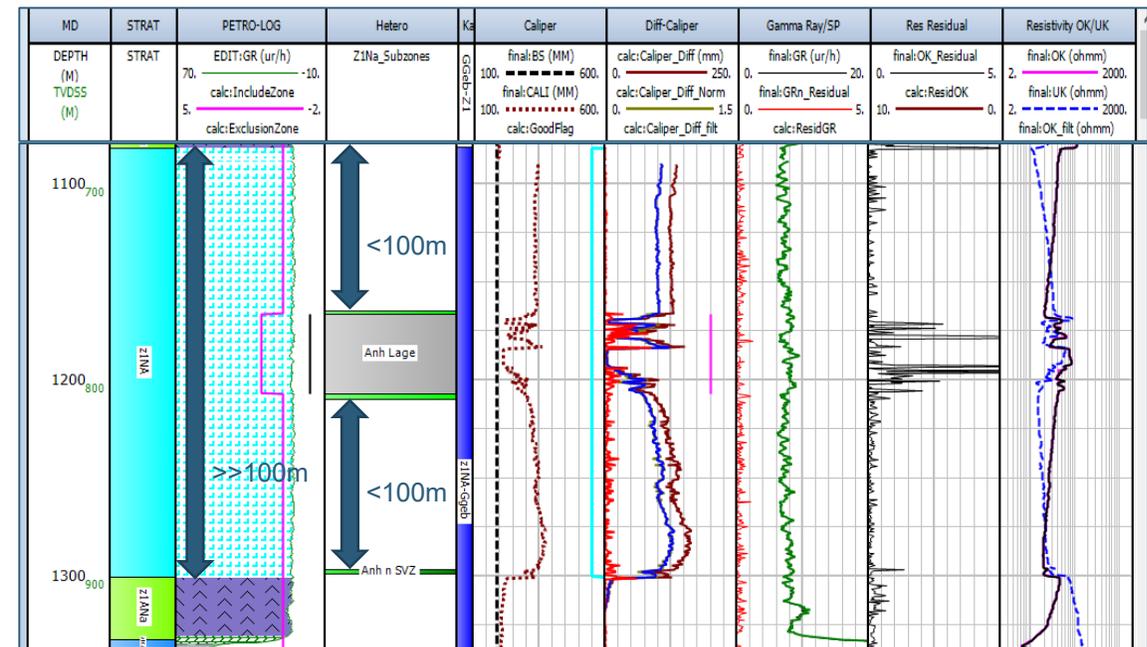
## rvSU-Kriterium „Variationsbreite“

- Bohrlochgeophysikalische Auswertung
- Abgleich zwischen Bohrakten und Logdaten
- Bestimmung der Mächtigkeit von kontinuierlichen Steinsalz-Horizonten

rein.

- 1300,5 m 218,5 m G.Sp.Bf. Werra-Salz:

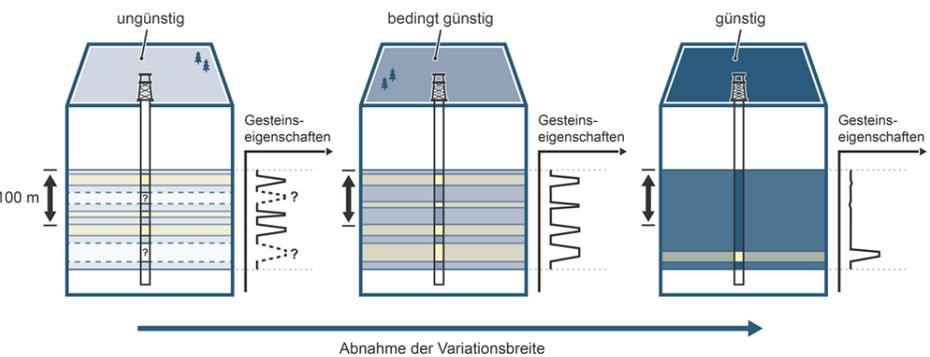
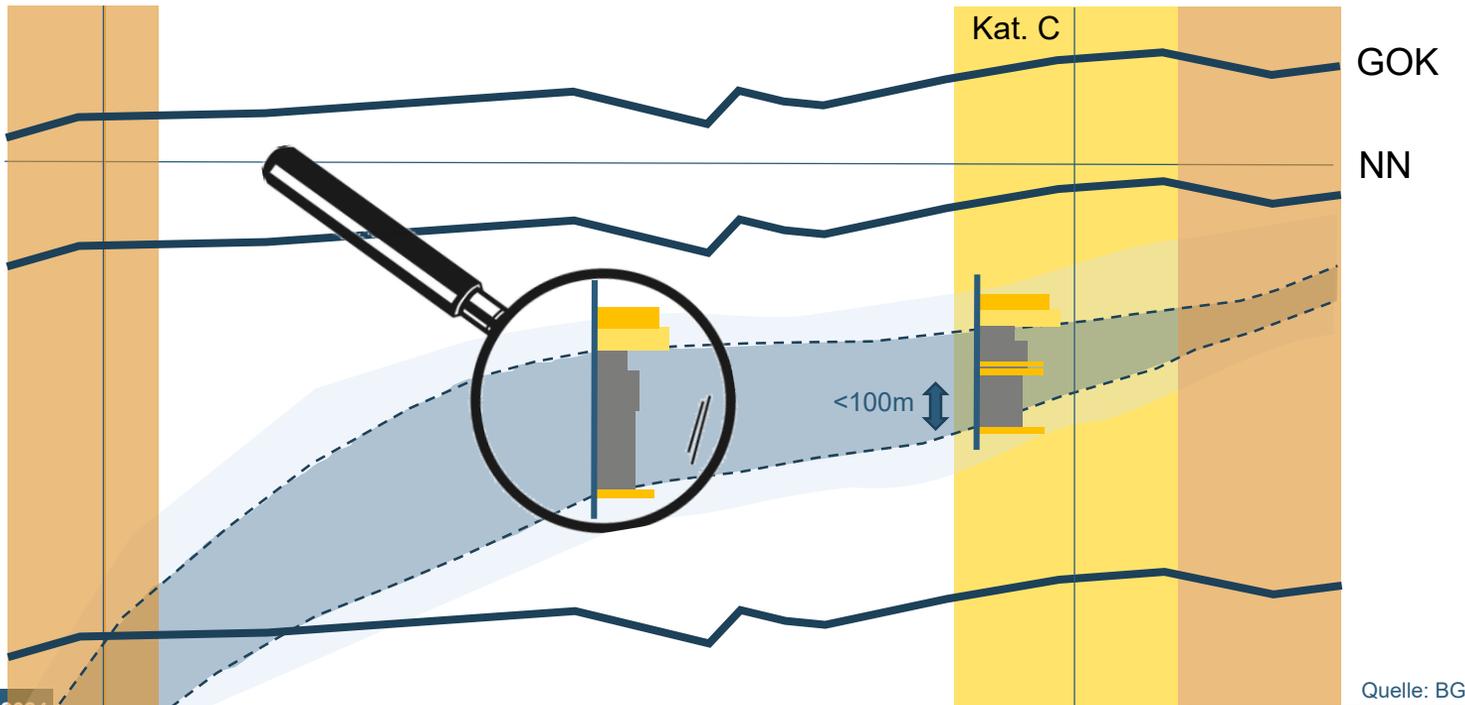
- 1166 m Steinsalz, weißlichgrau, sehr rein, wenig Anhydrit;
- 1168,5 m Steinsalz mit Anhydritbänken;
- 1171 m Anhydrit, hellgrau;
- 1184 m Wechsel von Steinsalz und Anhydritbänken.
- 1193, m Anhydrit, hellgrau;
- 1206 m Salz, mit zahlreichen Anhydritbänken.
- 1296,5 m Steinsalz, weißlich, s.T. durchsichtig, mit einzelnen Anhydritbänken.
- 1298 m Anhydritreiche Lage, mit Steinsalz vermischt.
- 1300,5 m Steinsalz, wenig Anhydrit.



# BEARBEITUNG DER PRÜFSCHRITTE 1 UND 2

## rvSU-Kriterium „Variationsbreite“

- In den verbleibenden Gebieten erfolgt eine Bewertung der Lithologie.
- Das rvSU-Kriterium wird mit „bedingt günstig“ bewertet, wenn nach der bohrlochgeophysikalischen Auswertung eine deutliche Variationsbreite der Eigenschaften aufgrund von Verunreinigungen oder wechselnder Lithologie vorliegt, bezogen auf die besten 100 m.





# VERÖFFENTLICHUNG DER ARBEITSSTÄNDE 2024

Gebiete im Steinsalz in stratiformer Lagerung

# 04

# THÜRINGER BECKEN – ZECHSTEIN (078\_02TG)

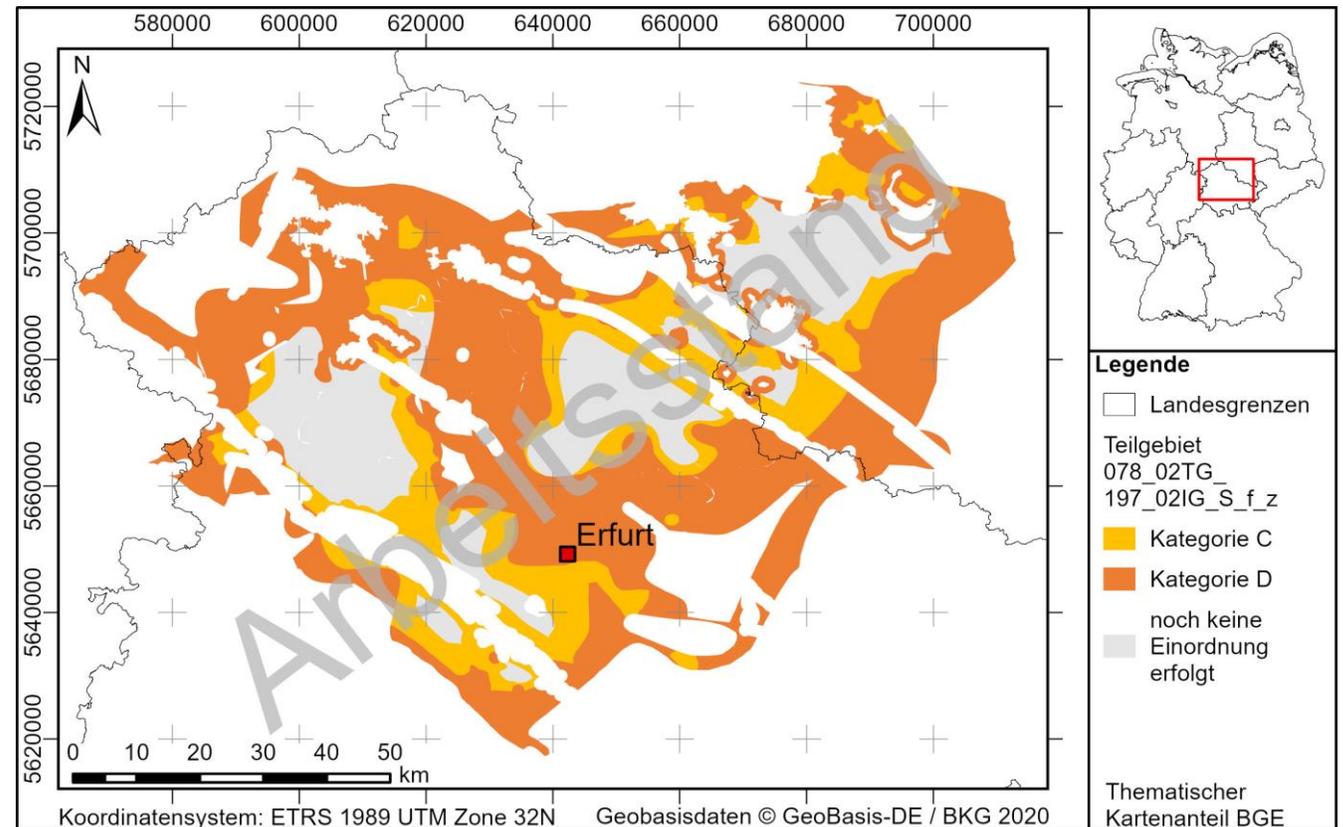
## Einordnung in Kategorie D und C

### rvSU-Kriterien – Steinsalz – Prüfschritt 1:

- „Aktive Störungzonen – Atektonische Vorgänge“
- „Bergbauliche Tätigkeiten: Vorgemerkte bergbauliche Tätigkeiten und Erweiterungsbereiche um Bergwerke“
- „Mächtigkeit“
- „Fläche des Endlagers“

### rvSU-Kriterien – Steinsalz – Prüfschritt 2:

- „Barrierenmächtigkeit“
- „Variationsbreite“
- „Tektonische Überprägung“
- „Ungünstige tektonische Gesamtsituation“
- „Ungünstige Tiefenlage Steinsalz (Subrosion)“
- „Flächenhafte Ausdehnung“



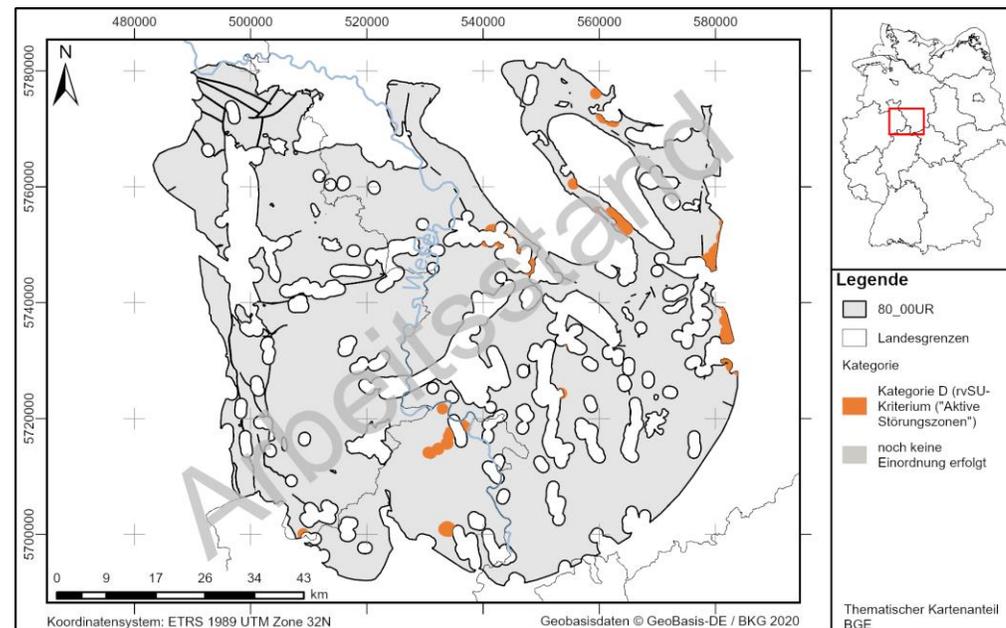
# SOLLING-BECKEN – ZECHSTEIN (078\_04TG)

## Einordnung in Kategorie D

rvSU-Kriterien – Steinsalz – Prüfschritt 1:

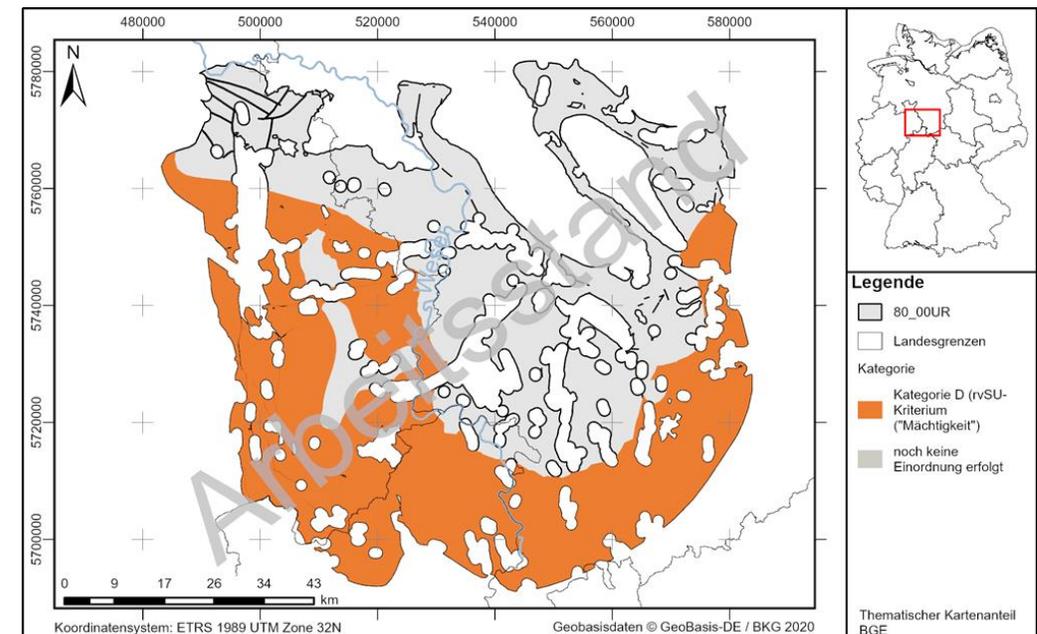
- „Aktive Störungszonen – Atektonische Vorgänge“

Identifizierung von Subrosionserscheinungen mit Relevanz für WbB



- „Mächtigkeit“

Separate Prüfung für Werra-, Staßfurt-, Leine- und Aller-Steinsalz über Bohrakten, Interpolationen und Teufenkarten



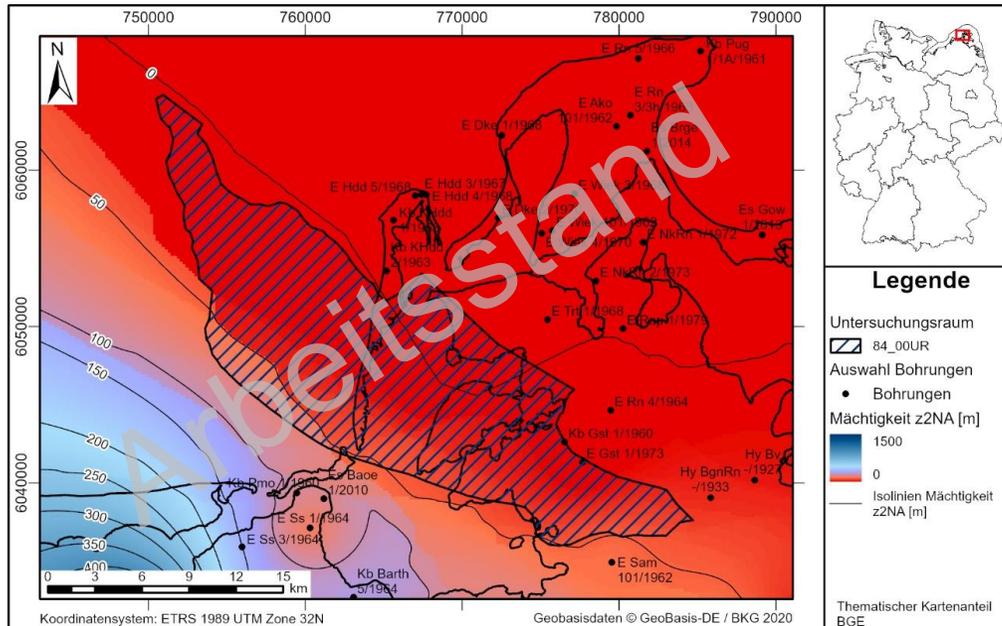
# RÜGEN – ZECHSTEIN (078\_04TG) KEUPER-SALINAR (075\_01TG UND 075\_02TG)

## Einordnung in Kategorie D

rvSU-Kriterien – Steinsalz – Prüfschritt 1:

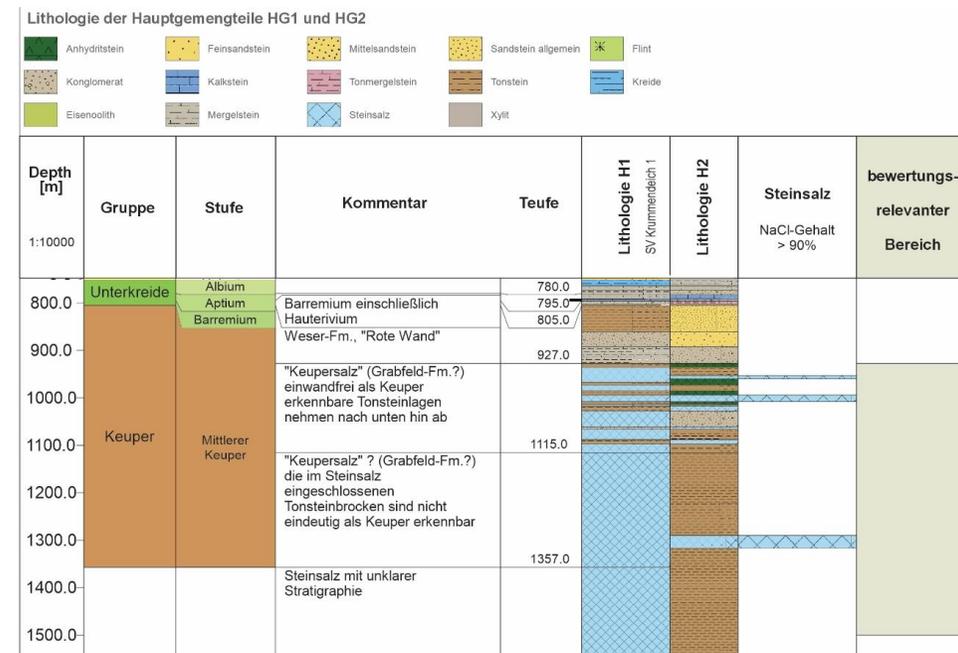
- „Mächtigkeit“

Separate Prüfung für Staßfurt- und Leine-Steinsalz über Schichtenverzeichnisse, Mächtigkeitskarten und Interpolationen



- „Mächtigkeit“

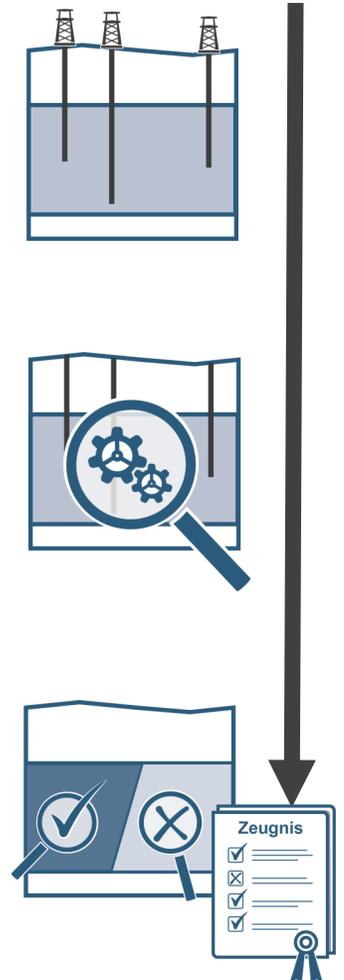
Bewertung der Steinsalze innerhalb des Keuper-Salinars über bohrlochgeophysikalische Daten und Bohrakten



# FAZIT

- Eine aufwändige Datenaufbereitung ist in allen Teilgebieten notwendig
- „Überregionale“ Bearbeitung
  - Systematische Datenaufbereitung/ Datenzusammenstellung im 2D- und 3D-Raum
  - Anwendung von rvSU-Kriterien (P1 und P2) auf stratigraphische und (wo möglich und nötig) lithologische WbB in durch die BGE erweiterten 3D-Modellen
  - Qualitätssicherung anhand von Bohrungsdaten
- „Regionale“ Bearbeitung
  - Aufbereitung von allen relevanten Bohrungsdaten
  - Bewertung der rvSU-Kriterien

## Datengrundlage

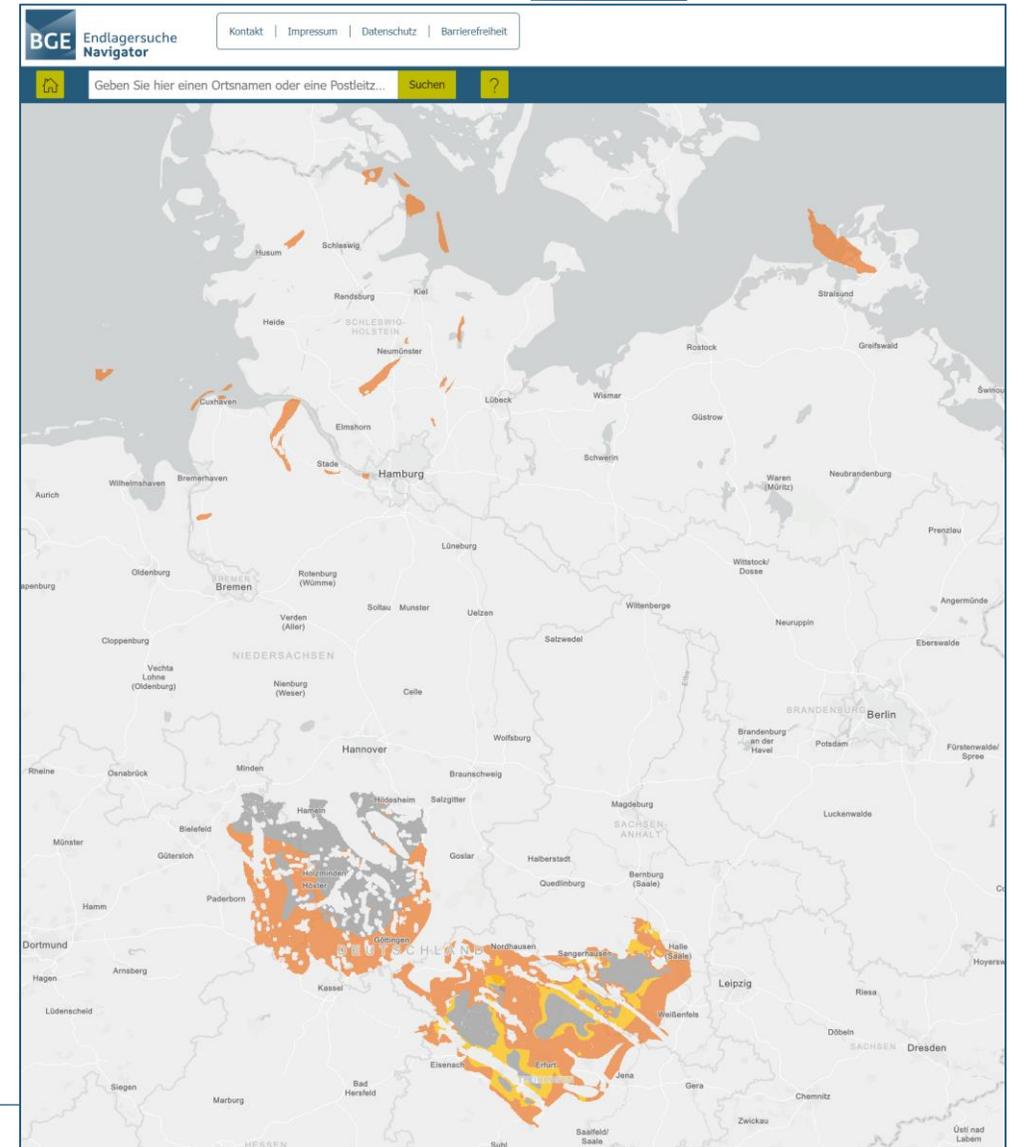


# FAZIT UND AUSBLICK

- Prüfschritt 1 im Steinsalz in stratiformer Lagerung für fünf Teilgebiete durchgeführt
  - Zechstein-Salinar: Thüringer Becken, Solling-Becken, Rügen
  - Keuper-Salinar (zwei Teilgebiete)
- Zusätzlich Prüfschritt 2 im Thüringer Becken

## Ausblick 2025

- Prüfschritt 1 und 2 für fünf weitere Teilgebiete im Steinsalz in stratiformer Lagerung
- Veröffentlichung weiterer Arbeitsstände Ende 2025 im Endlagersuche Navigator



# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT! SIE WOLLEN NOCH EINMAL NACHLESEN?



[Zwischenbericht Teilgebiete mit allen Unterlagen und Anlagen](#)

[Interaktive Karte mit allen Teilgebieten und den ausgeschlossenen Gebieten](#)

[Interaktive Einführung zur Erstellung des Zwischenberichts](#)

[Steckbriefe für die Gebiete zur Methodenentwicklung](#)

[Arbeitsstand Methodik repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen](#)

[NBG-Gutachten zur Methodenentwicklung](#)



[Arbeitsstand Methodik Anwendung der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien](#)

[Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten](#)



[Stellungnahmen und fachliche Einordnungen der BGE](#)

[Ihre Fragen und unsere Antworten](#)

[Endlagersuche Navigator](#)

# ABKÜRZUNGEN

<b>BGE</b>	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
<b>GOK</b>	Geländeoberkante
<b>NN</b>	Normalnull
<b>P1 und P2</b>	Prüfschritt 1 und 2
<b>rvSU</b>	Repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
<b>WbB</b>	Wirtsgesteinsbereich mit Barrierefunktion

# LITERATUR

- Malz, A. & Kley, J. (2012): The Finne fault zone (central Germany): Structural analysis of a partially inverted extensional fault zone by balanced cross-sections. *International Journal of Earth Sciences*, Bd. 101, S. 2167–2182. DOI: 10.1007/s00531-012-0778-z
- Warnecke, M. (2021): Potenziale des unterirdischen Speicher- und Wirtschaftsraumes im Norddeutschen Becken (TUNB). Abschlussbericht Teilprojekt 7: Dreidimensionales geologisches Modell der Mecklenburger Bucht. Revision. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Berlin.



# BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

GEOWISSENSCHAFTLICHE STANDORTSUCHE

Peine | Eschenstraße 55

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



Die Newsletter der BGE

