



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

3. FORUM ENDLAGERSUCHE – AG 4

Vorstellung ausgewählter rvSU-Kriterien zu den
Prüfschritten 3 und 4

DR. REINHARD FINK, DR. PHILLIP KREYE, JULIA RIENÄCKER-BURSCHIL
Würzburg, 23.11.2024

AGENDA

Vorstellung ausgewählter
rvSU-Kriterien zu den
Prüfschritten 3 und 4

01

EINLEITUNG

02

PRÜFSCHRITT 3 MIT FOKUS TONGESTEIN

03

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN MIT FOKUS TONGESTEIN

04

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN MIT FOKUS STEINSALZ IN
STEILER LAGERUNG

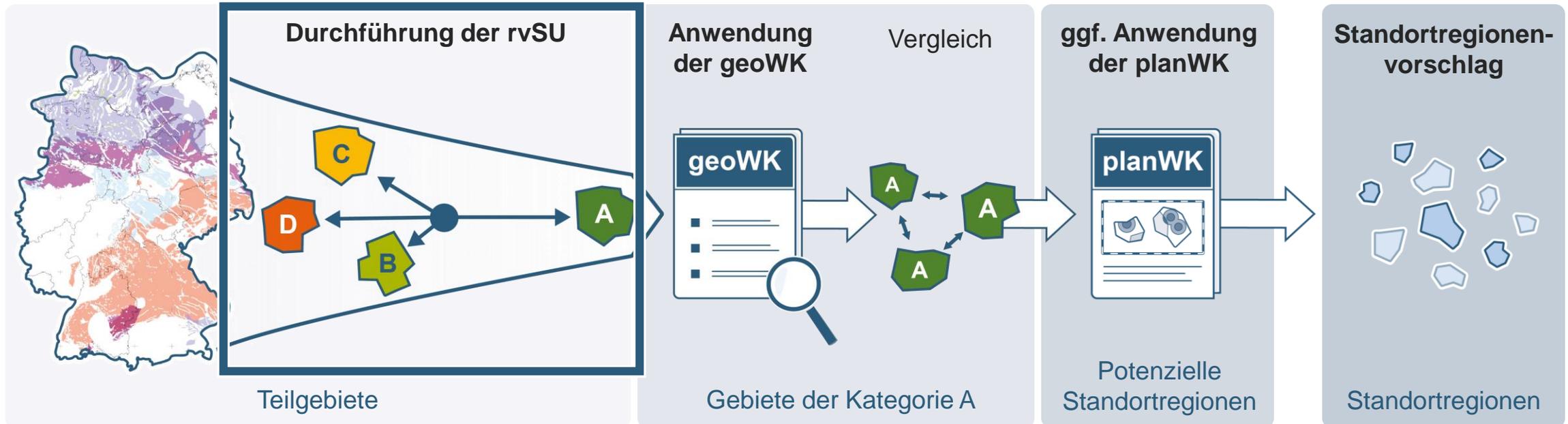


EINLEITUNG

01

EINLEITUNG

Übergeordnetes Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen

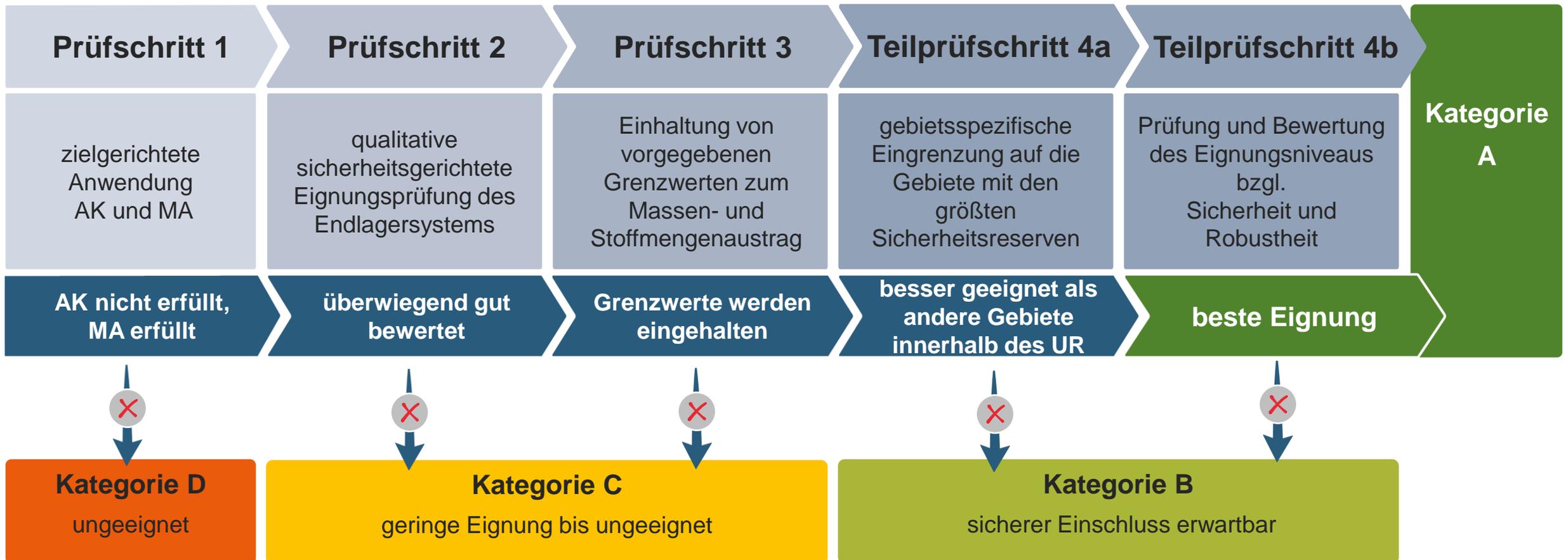


Quelle: BGE

Schrittweise Einengung der Teilgebiete zu Standortregionen

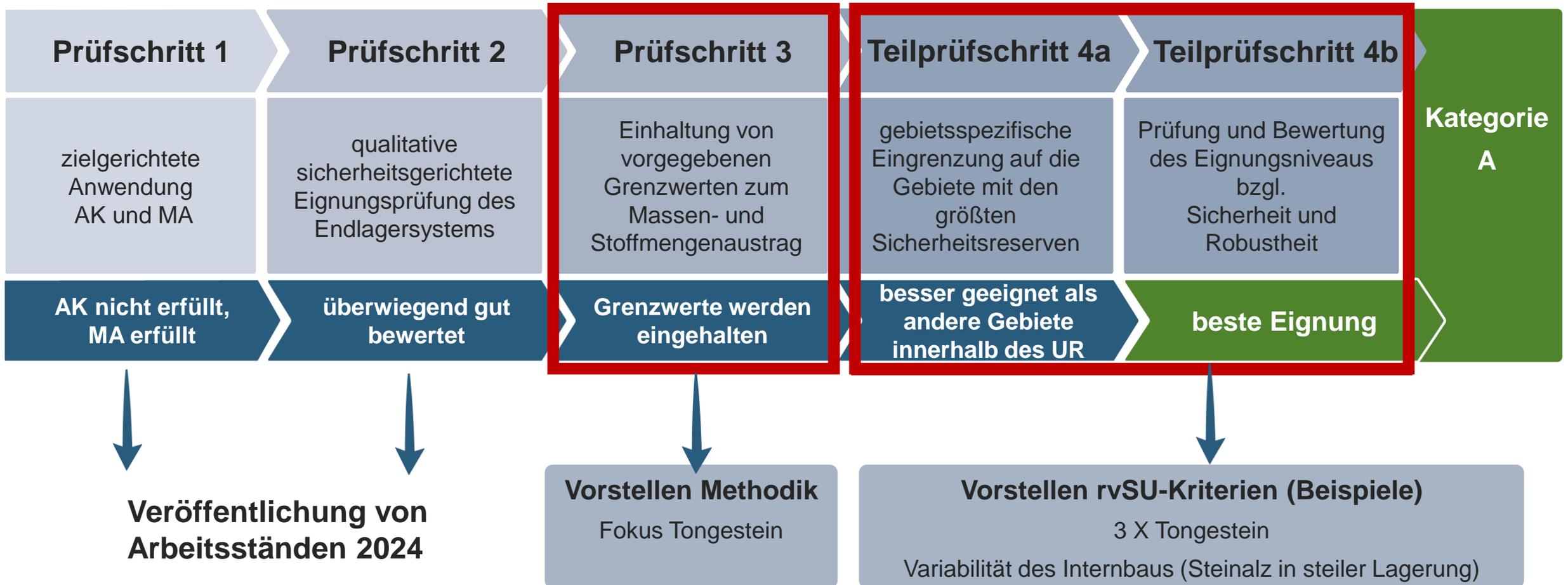
EINLEITUNG

Die Prüfschritte in den rvSU



EINLEITUNG

Motivation des Vortrags – Ausblick auf Prüfschritt 3 und 4

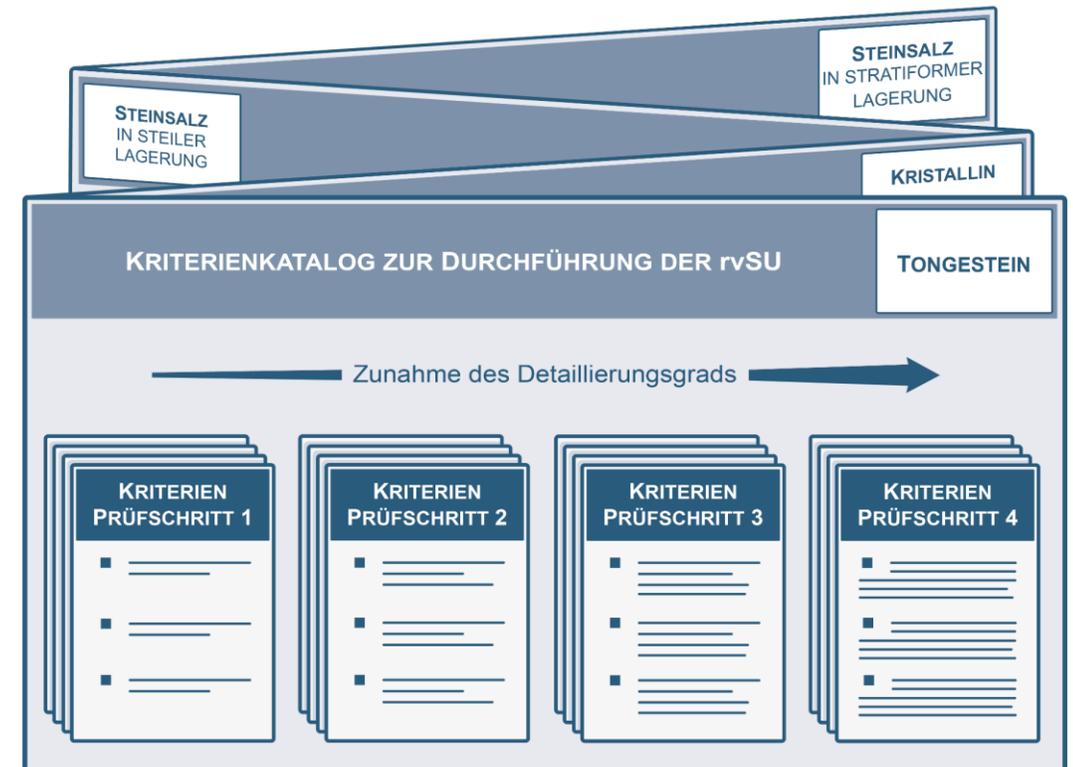


rvSU-KRITERIENKATALOGE

Kriterienbasiertes Vorgehen: Warum werden Kriterien für die Bewertung entwickelt?

rvSU-Kriterien

- ermöglichen **systematische, reproduzierbare und transparente** Vorgehensweise für die Bewertung jedes Gebiets
- sind **sicherheitsgerichtet**
- gewährleisten einheitliche Bewertung der Gebiete eines Wirtsgesteins



Die Kriterien werden **zunehmend detaillierter**

„die Hürde wird höher“

rvSU-KRITERIENKATALOGE

Aufbau

Hauptgruppen	Prüfschritt 1	Prüfschritt 2	Prüfschritt 3	Prüfschritt 4
1 – Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins	– P1-T-1 – P1-T-2	– P2-T-1 – P2-T-2	...	...
2 – Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung)	– P1-T-3 – ...	– P2-T-3 – ...	...	...
3 – Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage	...	...	...	...
4 – Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit	..	...	...	...

rvSU-KRITERIENKATALOGE

Überblick im Tongestein

Hauptgruppen	Prüfschritt 1	Prüfschritt 2	Prüfschritt 3	Prüfschritt 4
1 – Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins	<ul style="list-style-type: none"> – Übersicht veröffentlicht 2023 als Anhang 1 zum Vorgehen zur Ermittlung der Standortregionen aus den Teilgebieten – Für angewendete rvSU-Kriterien (Arbeitsstand 2024) kriterienspezifische Beschreibung <p><i>Zu finden auf der Homepage der BGE</i></p>		Vorstellung in Teil 2 des Vortrags	Übersicht Tongestein in den folgenden Folien
2 – Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung)				
3 – Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage				
4 – Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit				

KRITERIENKATALOGE

Auszug Tongestein – rvSU-Kriterien Prüfschritt 4 (1/2)

Hauptgruppe	rvSU-Kriterium
1 – Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins	Beeinflussung der Barrierefunktion – Risiko durch Grundwasserbewegungen
	Diffusionsbestimmende Eigenschaften (diffusiver Transport)
	Risiko hydraulisch wirksamer Einschaltungen im WbB
	Selbstabdichtungsvermögen
	Quantitative Bewertung der Eigenschaften des WbB hinsichtlich des Massen- und Stoffmengenaustrags
	Sorptionseigenschaften und Rückhaltevermögen gegenüber Radionukliden
2 – Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung)	Auflockerungszone
	Magmatismus
	Sedimentäres organisches Material
	Tiefenlage hinsichtlich des Einflusses subglazialer Rinnen
	Tiefenlage hinsichtlich Erosion
	Verhalten des Wirtsgesteins gegenüber Gasdruck

KRITERIENKATALOGE

Auszug Tongestein – rvSU-Kriterien Prüfschritt 4 (2/2)

Hauptgruppe	rvSU-Kriterium
3 – Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage	Geophysikalische Charakterisierbarkeit
	Räumliche Variabilität der Gesteine im WbB
	Tektonische Überprägung
	Einfluss von Parametervariationen auf den Massen- und Stoffmengenaustrag
4 – Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit	Grundsätzliche Möglichkeit des sicheren Betriebs und Bewertung von Einwirkungen von außen auf die übertägigen Anlagen
	Flächenbedarf und Flächengeometrie
	Gebirgsmechanischer Machbarkeitsgrad
	Gebirgstemperatur

- Aktuell 20 rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 für Tongestein
- Review und Anwendung in den Gebieten läuft

Durch Review und Testung in den Gebieten kommt es noch zu Überarbeitung und Änderungen



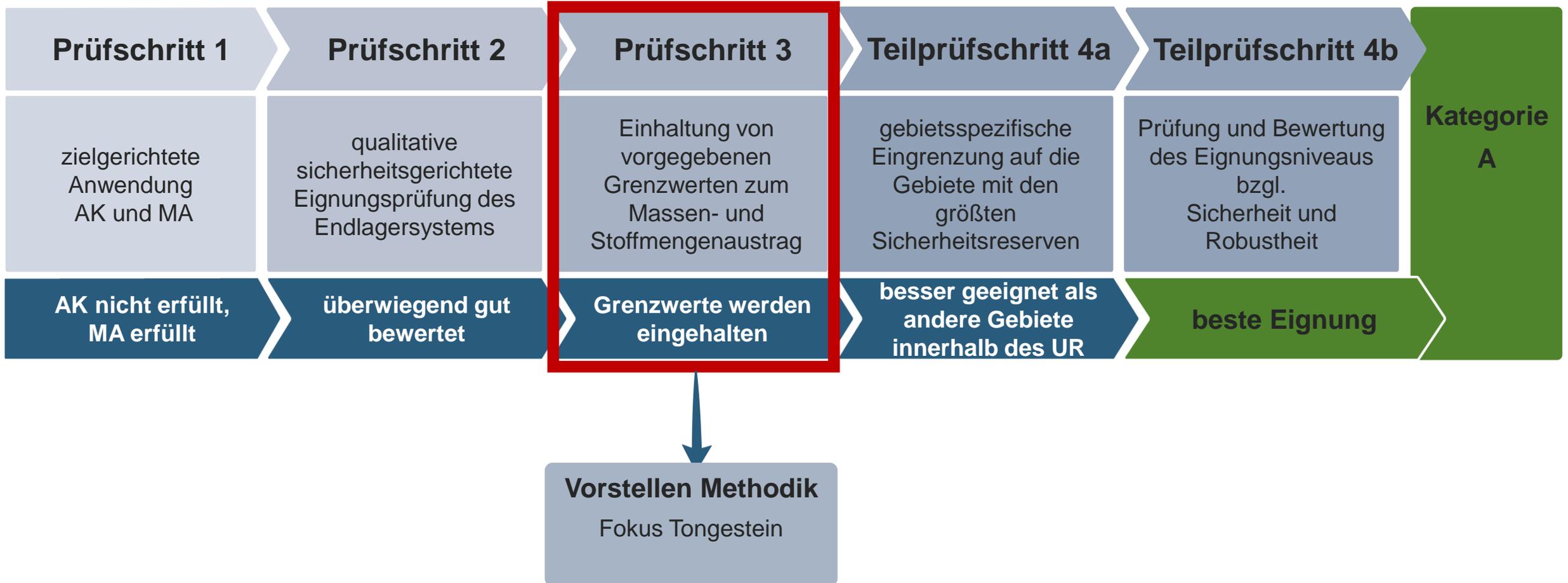
PRÜFSCHRITT 3

Mit Fokus Tongestein

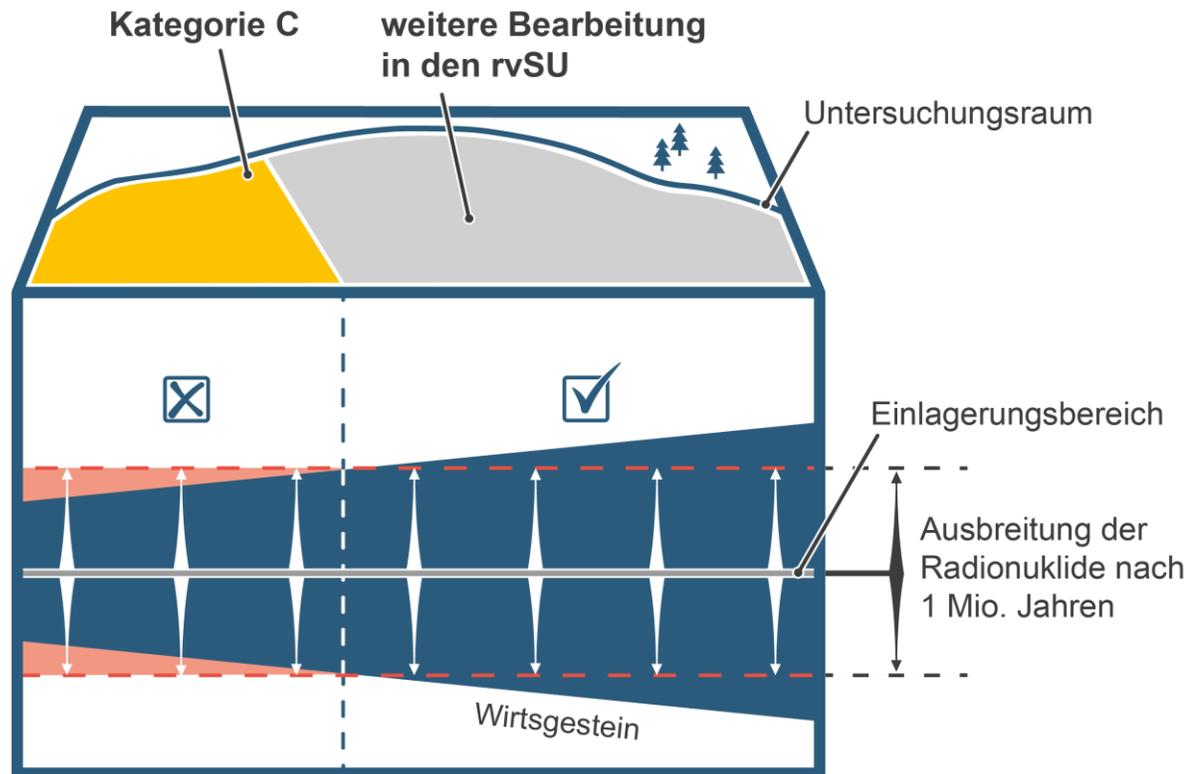
02

PRÜFSCHRITT 3

Einleitung



PRÜFSCHRITT 3 – EINLEITUNG UND ANFORDERUNGEN



Quelle: BGE

- Bewertung der Möglichkeit des sicheren Einschusses für zu erwartende Entwicklungen (§ 7 Abs. 6. Nr. 3 f) EndlSiUntV)
- Quantitative Massen- und Stoffmengenausstragsgrenzwerte nach § 4 Abs. 5 EndlSiAnfV
- Die Bewertung kann quantitativ und/oder qualitativ erfolgen

PRÜFSCHRITT 3 – WIRTSGESTEINSSPEZIFISCHES VORGEHEN

Tongestein



Kristallingestein



Steinsalz



Qualitativer
Bewertungsansatz

EVENT-Methodik

Quantitativer
Bewertungsansatz

**Modellierung
Radionuklid-
transport**

**Keine
Berechnung**

**Keine
Berechnung**

PRÜFSCHRITT 3 – EVENT-METHODIK (1/3)

- **EVENT: „Evaluation von Entwicklungen in den rvSU“**
 - Systematische Analyse des Einflusses potenziell sicherheitsrelevanter Prozesse auf die Sicherheitsfunktionen des Wirtsgesteins
 - Einheitliche Systematik
- Ergebnis: Bewertung der Möglichkeit des sicheren Einschlusses

PRÜFSCHRITT 3 – EVENT-METHODIK (2/3)



FEP-Katalog
Gebiet

- **Ausgangspunkt** für die EVENT-Bewertung ist eine übersichtliche Tabelle im **FEP-Katalog**
 - **FEP: Features, Events, Processes** – Komponenten, Ereignisse, Prozesse
 - systematische, gegliederte Beschreibung von Komponenten und Prozessen eines Endlagersystems sowie deren Beeinflussungen und Abhängigkeiten untereinander
- zentrales Werkzeug für die Ableitung der Entwicklungen

PRÜFSCHRITT 3 – EVENT-METHODIK (3/3)



FEP-Katalog
Gebiet



Bewertungsaspekt (z. B. Mächtigkeit)	Zeitphasen				Begründung
	1	2	3	4	
Erosion	Grey	Grey	Grey	Yellow	
Subglaziale Rinnen			Yellow	Orange	
Gletscher			Yellow	Yellow	
...	Yellow	Yellow	Grey	Grey	

- findet statt, sehr bedeutsam, negativer Einfluss
- findet statt, bedeutsam, negativer Einfluss
- findet nicht statt
- findet statt, weniger bedeutsam
- positiver Einfluss

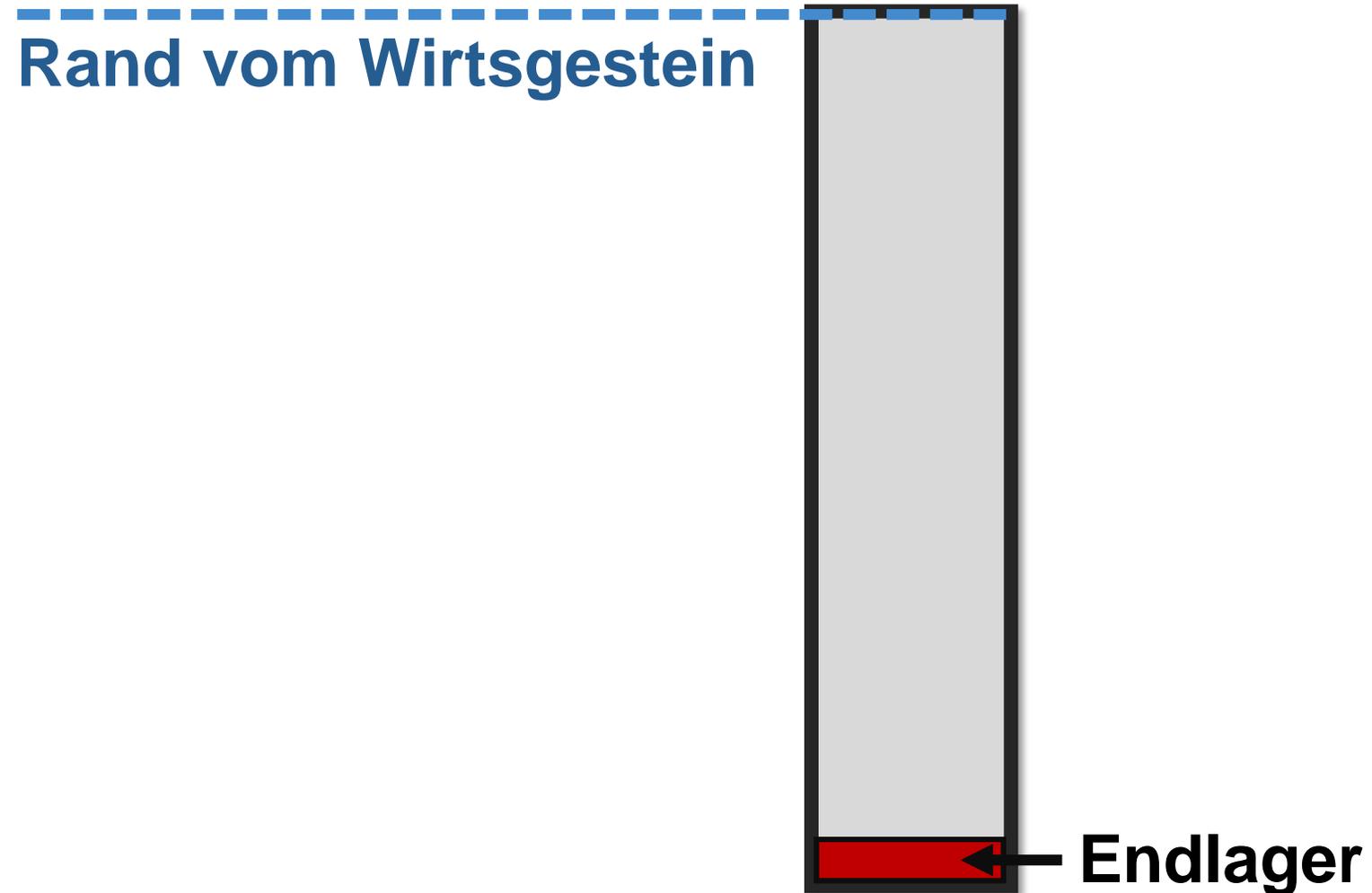
- 1: Thermische Phase
- 2: Verbleibendes Interglazial
- 3: Erstes Glazial
- 4: Verbleibender Bewertungszeitraum

PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ

Transportmodellierung mit TransPyREnd

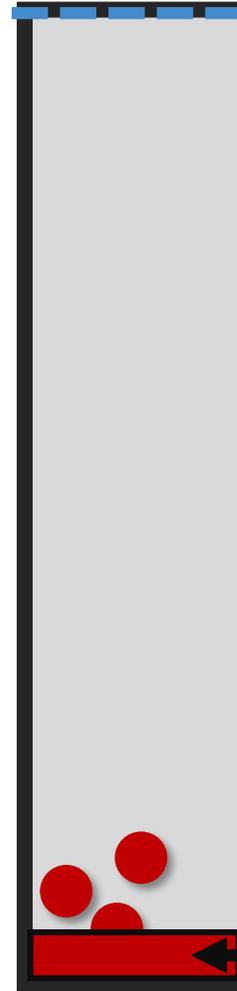
- BGE-Eigenentwicklung in Python:
 - Behrens, C.; Luijendijk, E.; Kreye, P.; Panitz, F.; Bjorge, M.; Gelleszun, M.; Renz, A.; Miro, S.; Rühaak, W. (2023): *TransPyREnd: a code for modelling the transport of radionuclides on geological timescales*. Adv. Geosci., Bd. 58. S. 109 – 119. ISSN 1680-7359. DOI: <https://doi.org/10.5194/adgeo-58-109-2023>
 - Selzer, P.; Shao, H.; Behrens, C.; Lehmann, C.; Seydewitz, R.; Lu, R.; Kreye, P.; Rühaak, W.; Kolditz, O. (2024): *The value of simplified models of radionuclide transport for the safety assessment of nuclear waste repositories: A benchmark study*. Journal of Contaminant Hydrology, Bd. 267. S. 104417 – 104433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2024.104417>
- Quellcode Open Source: [OpenWorkFlow-Projekt / TransPyREnd · GitLab \(opengeosys.org\)](https://openworkflow-project.gitlab.com/openworkflow-project/transpyrend)
- 1D-Modell (geologisches Säulenprofil, vertikal, mit Mächtigkeiten der Einheiten)
- Prozesse: Diffusion, Advektion, Sorption und Zerfall
- Berechnung des Radionuklidtransports
 - Betrachtung des kumulativen Austrags der Radionuklide
 - Überprüfung der Massen- und Stoffmengenausstragskriterien

PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ



PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ

Rand vom Wirtsgestein



Endlager

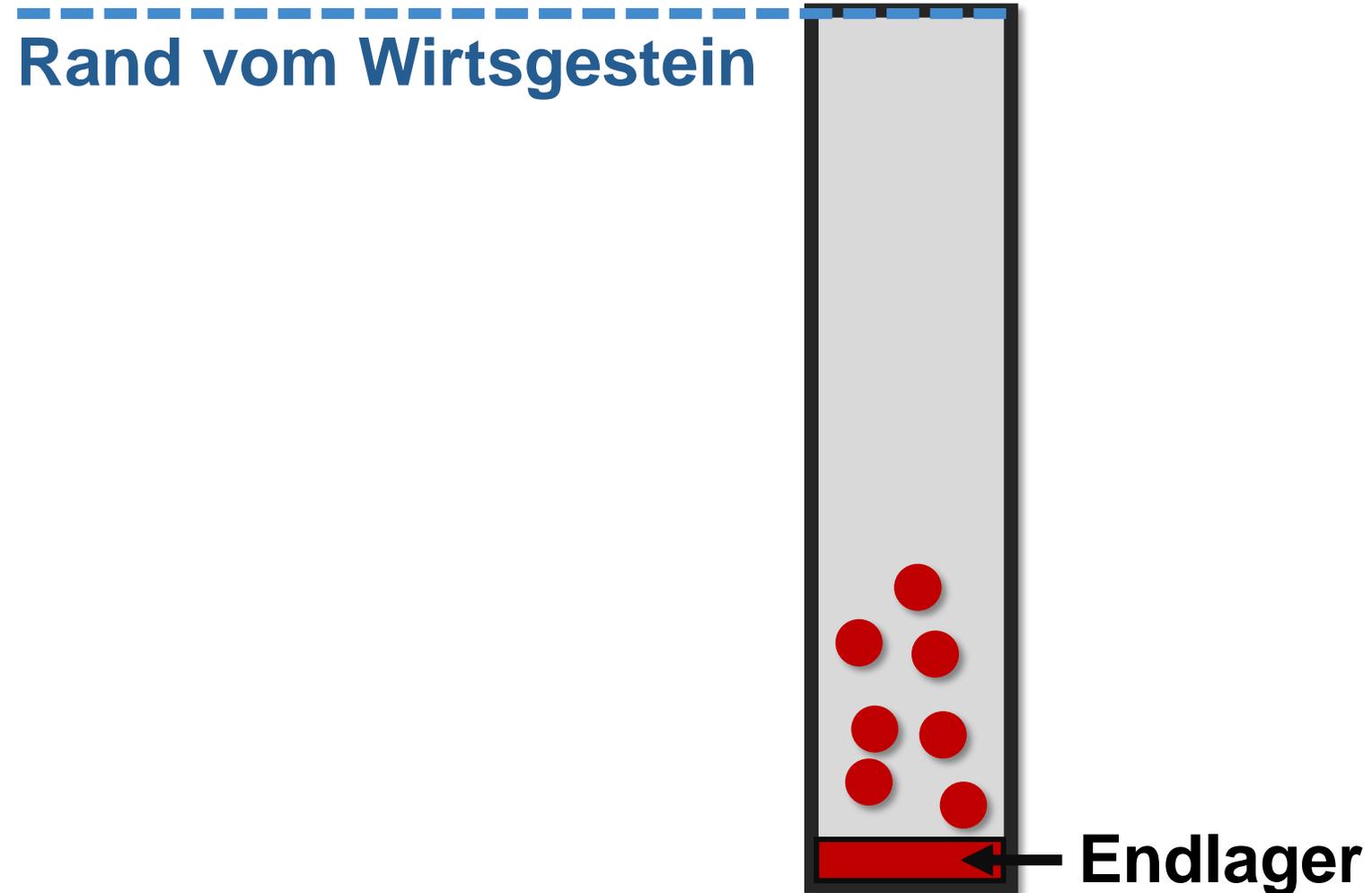
PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ

Rand vom Wirtsgestein



Endlager

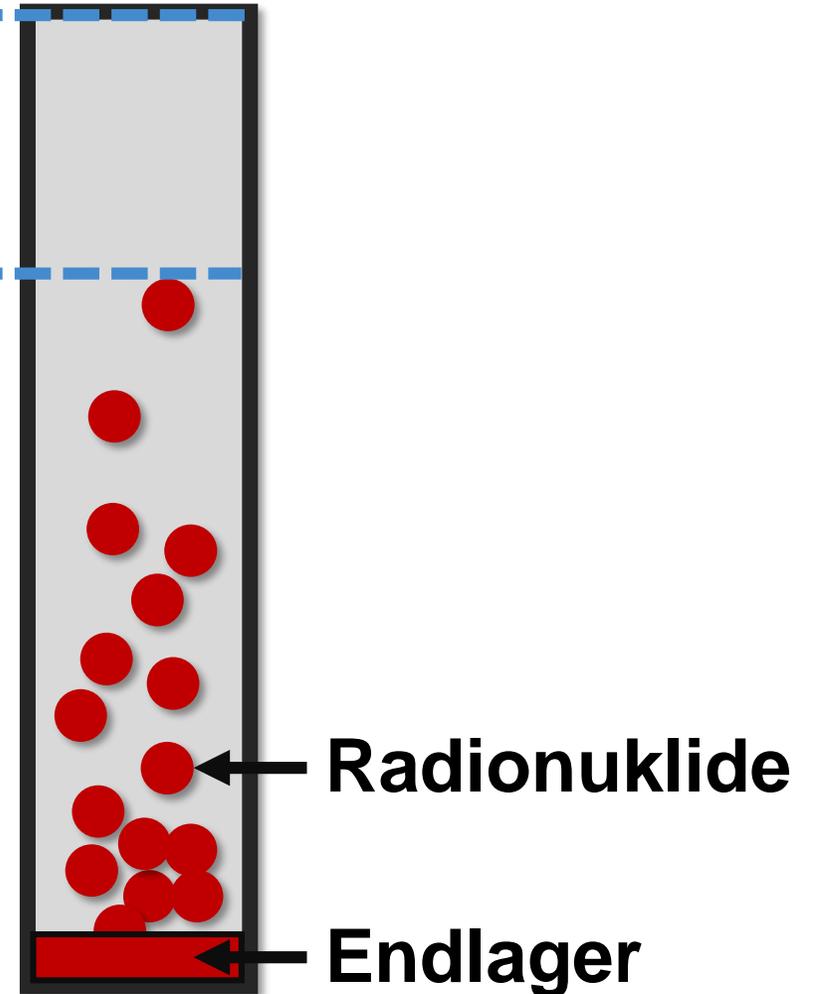
PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ



PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ

Rand vom Wirtsgestein

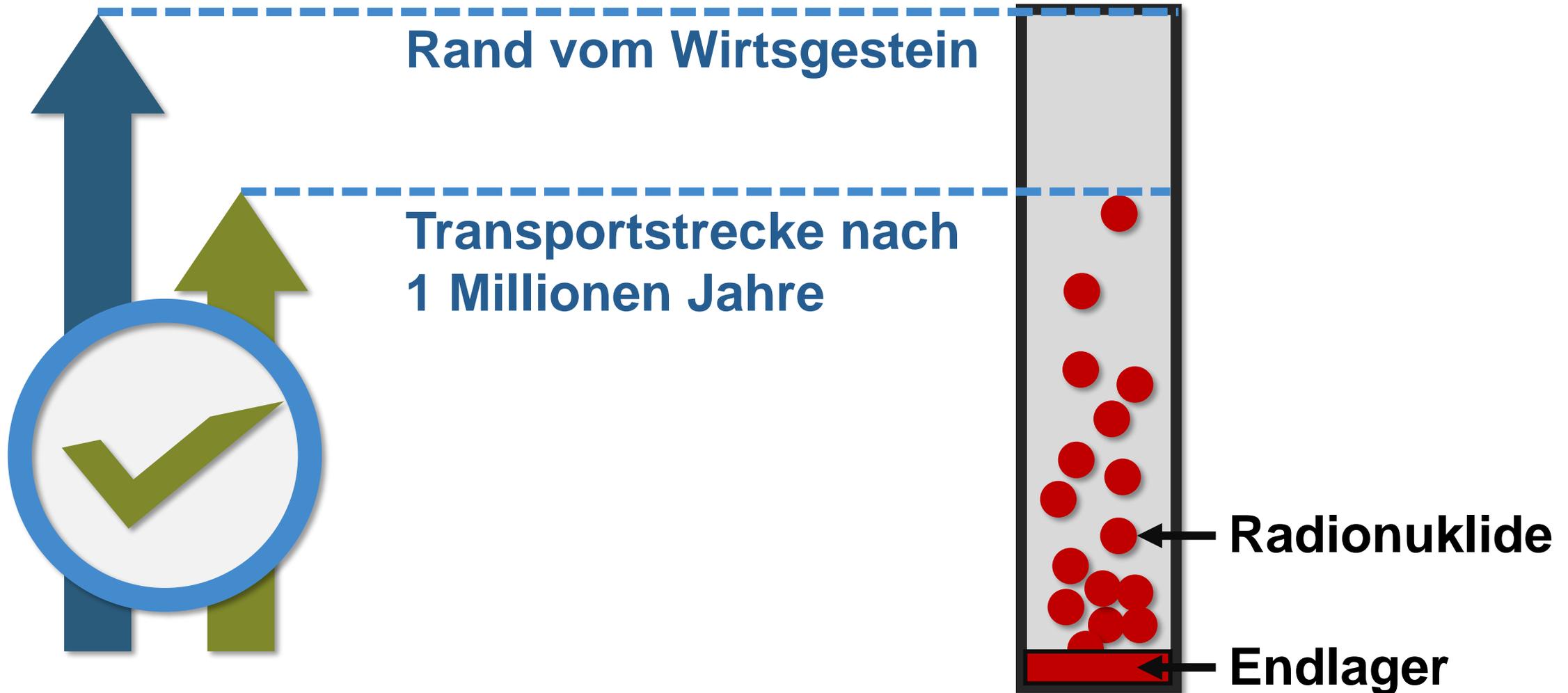
Transportstrecke nach
1 Millionen Jahre



PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ



PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ



PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ

Transport- und Reaktionsgleichung

Änderung der Konzentration

$$\phi_i R_i \frac{\partial c_i}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_{e,i} \frac{\partial c_i}{\partial x} \right) - q \frac{\partial c_i}{\partial x} + \sum_j R_j \phi_j c_j \lambda_{j,i} - R_i \phi_i c_i \Delta_i + W_i$$

Diffusion Advektion Radioaktiver Zerfall

Retardationsfaktor → Sorption
 f(2:1 Tonminerale, Calcit)

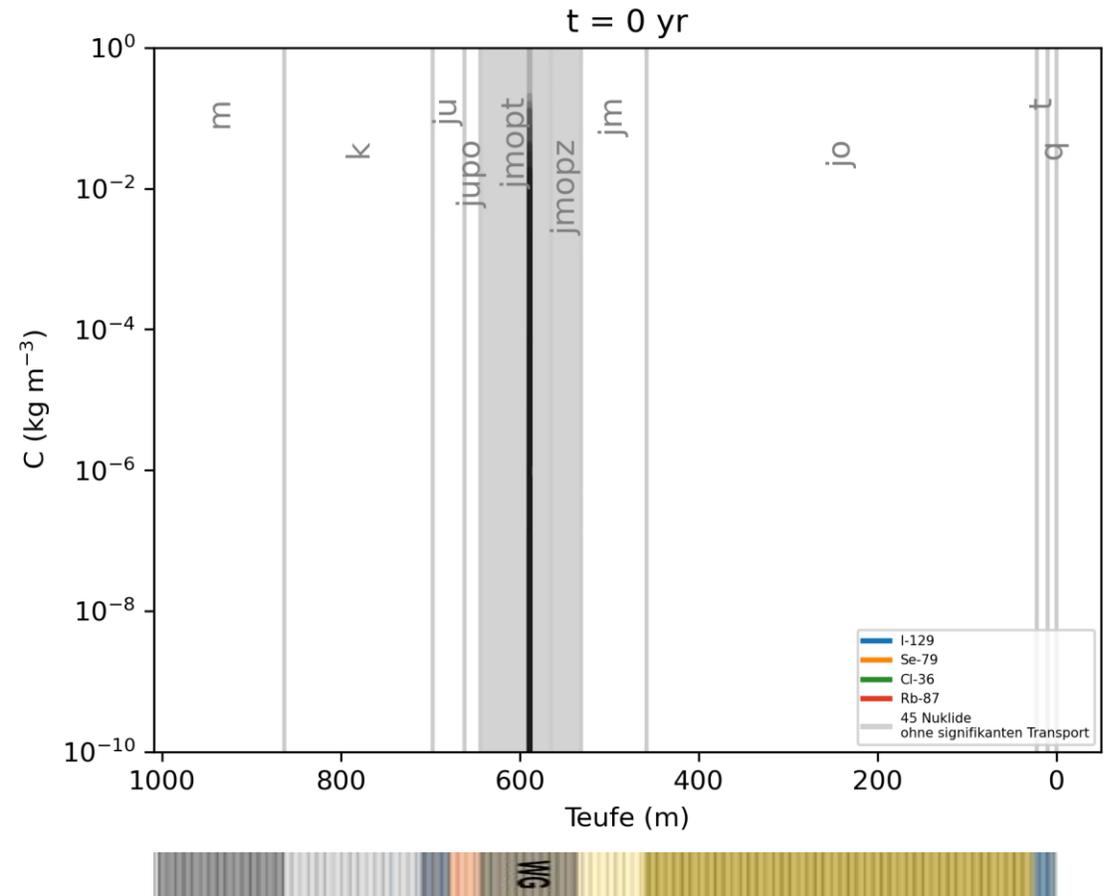
Diffusionskoeffizient
 f(Temperatur, Porosität)

Darcy-Geschwindigkeit

Zerfallsraten von Nuklid j zu i

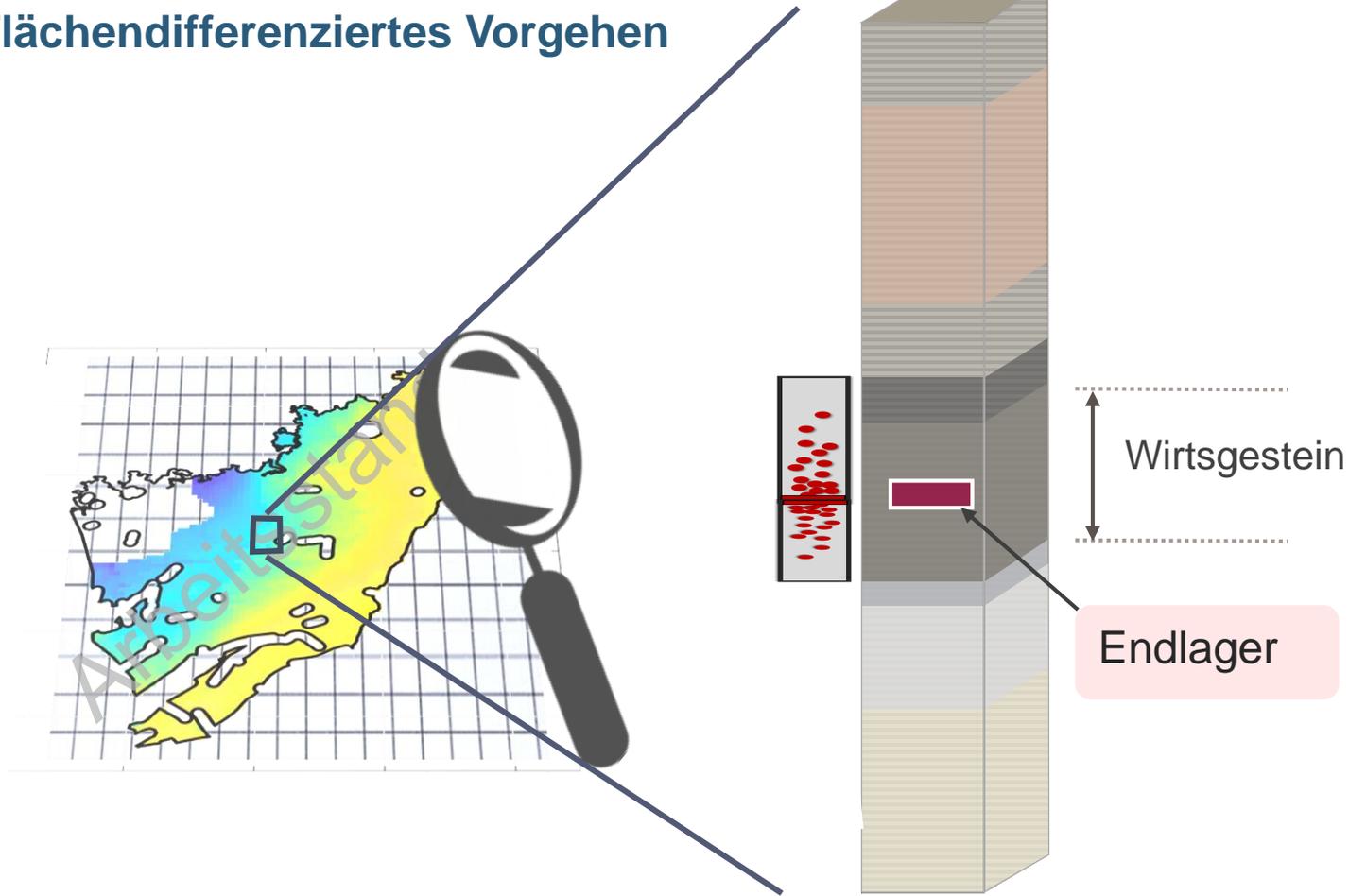
Gesamtzerfallsrate von Nuklid i

i - Index für Nuklid i
 j - Index für Nuklid j
 ϕ - zugängliche Porosität (-)
 R - Retardationsfaktor (-)
 c - Konzentration (mol m⁻³)



PRÜFSCHRITT 3 – QUANTITATIVER BEWERTUNGSANSATZ

Flächendifferenziertes Vorgehen



- Die gesamte Fläche des Gebiets wird durch ein Raster abgedeckt.
- Auf Grundlage des geologischen 3D-Modells wird an jedem Rasterpunkt ein vertikales 1D-Profil generiert.
- An jedem Rasterpunkt wird eine Radionuklidtransportsimulation durchgeführt der Massen- und Stoffmengengrenzwert geprüft.



VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

Mit Fokus Tongestein

03

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

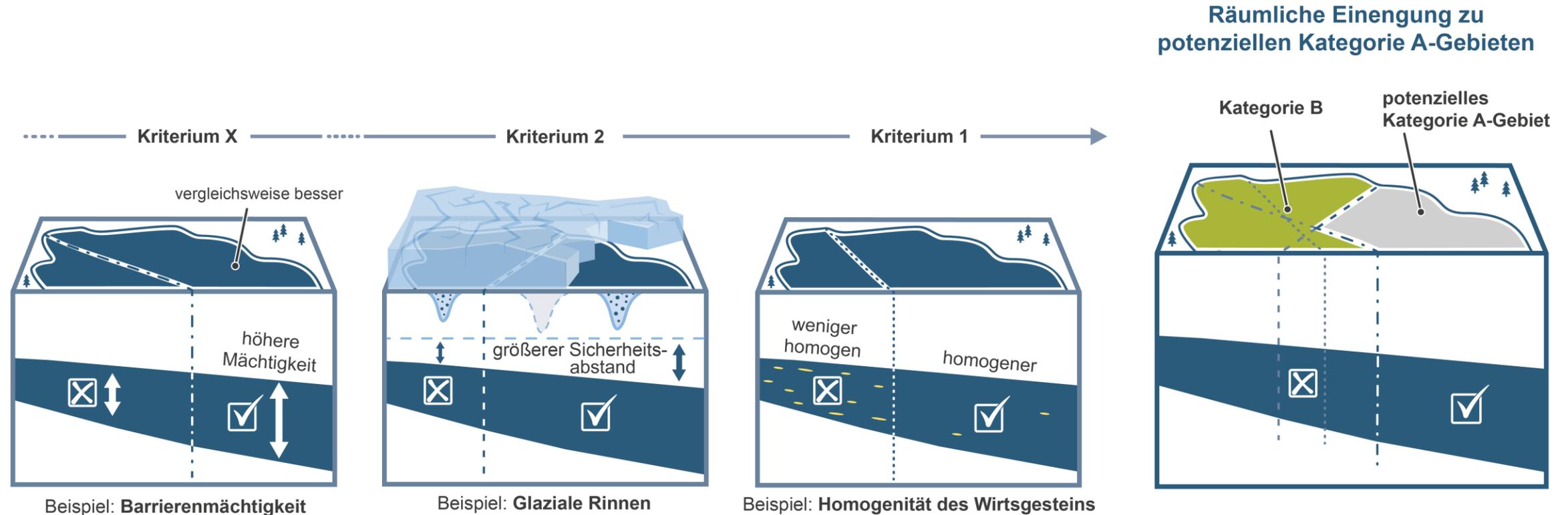
Einleitung



Vorstellen rvSU-Kriterien (Beispiele)
3 X Tongestein

TEILPRÜFSCHRITT 4a

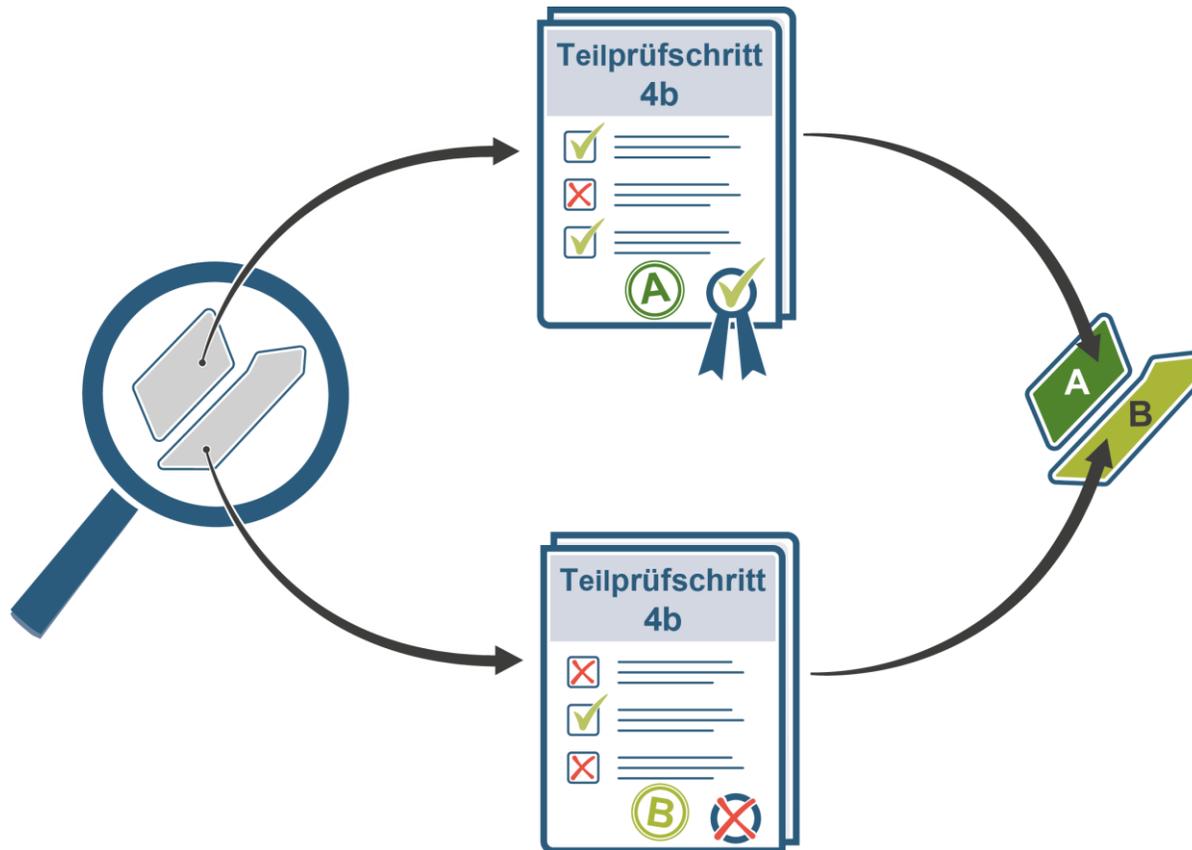
Räumliche Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten



Einengung innerhalb eines Teilgebiets anhand der räumlich variablen rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4

TEILPRÜFSCHRITT 4b

Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete



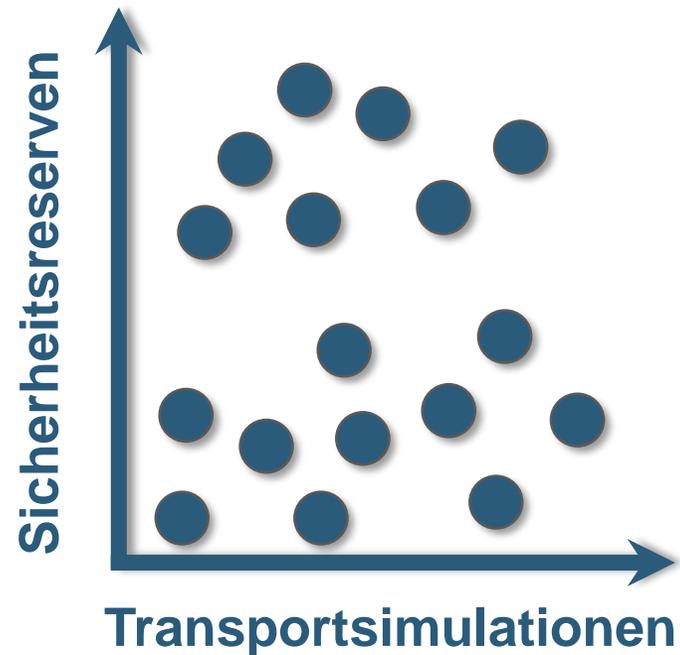
- Bewertung erfolgt anhand aller rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 durch Einstufung in Wertungsgruppen

Für Teilprüfschritt 4a als auch Teilprüfschritt 4b werden dieselben rvSU-Kriterien zugrunde gelegt

Der Unterschied liegt in der Art der Anwendung

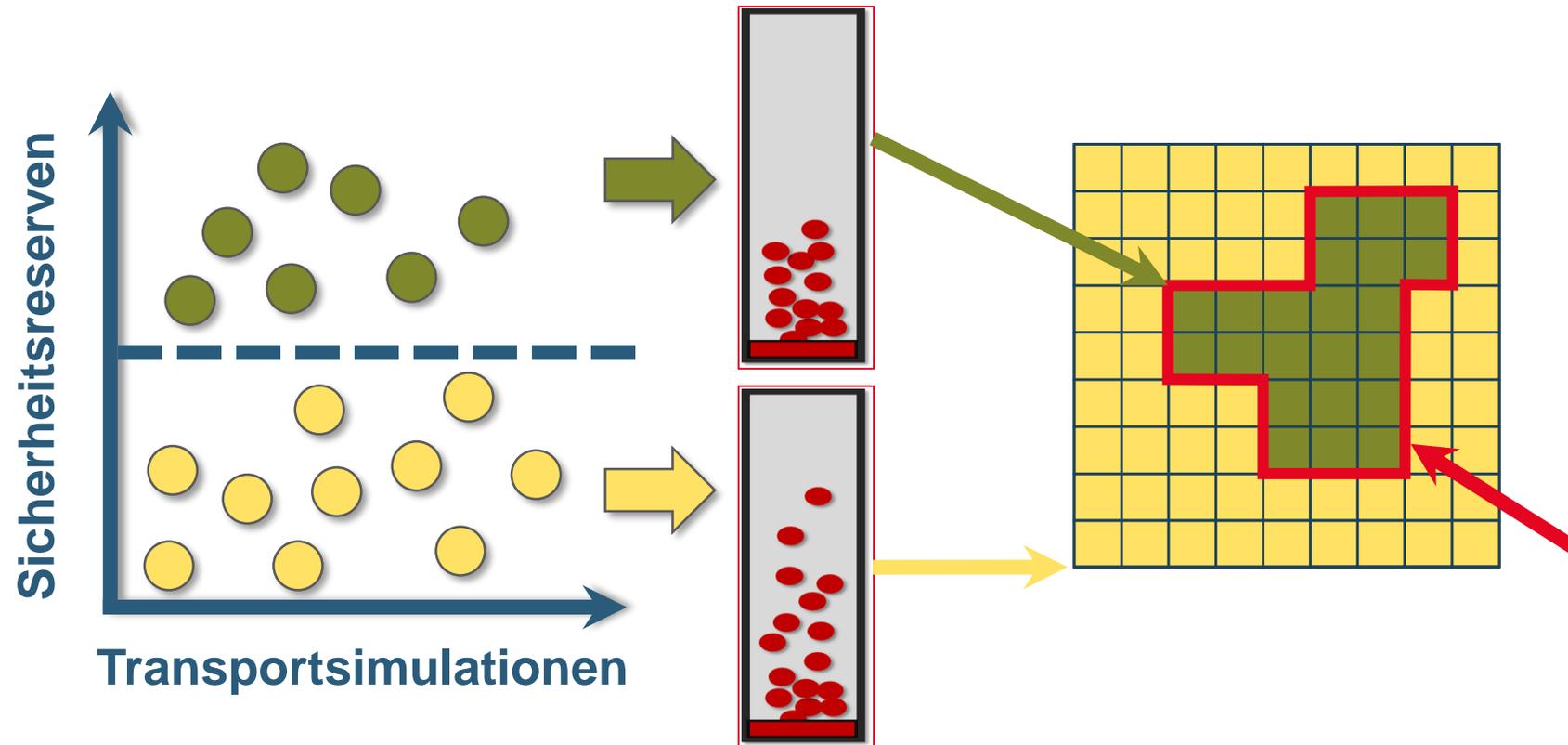
VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

Beispiel 1 – Quantitative Bewertung der Eigenschaften des WbB hinsichtlich des Massen- und Stoffmengenausstrags (1/2)



VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

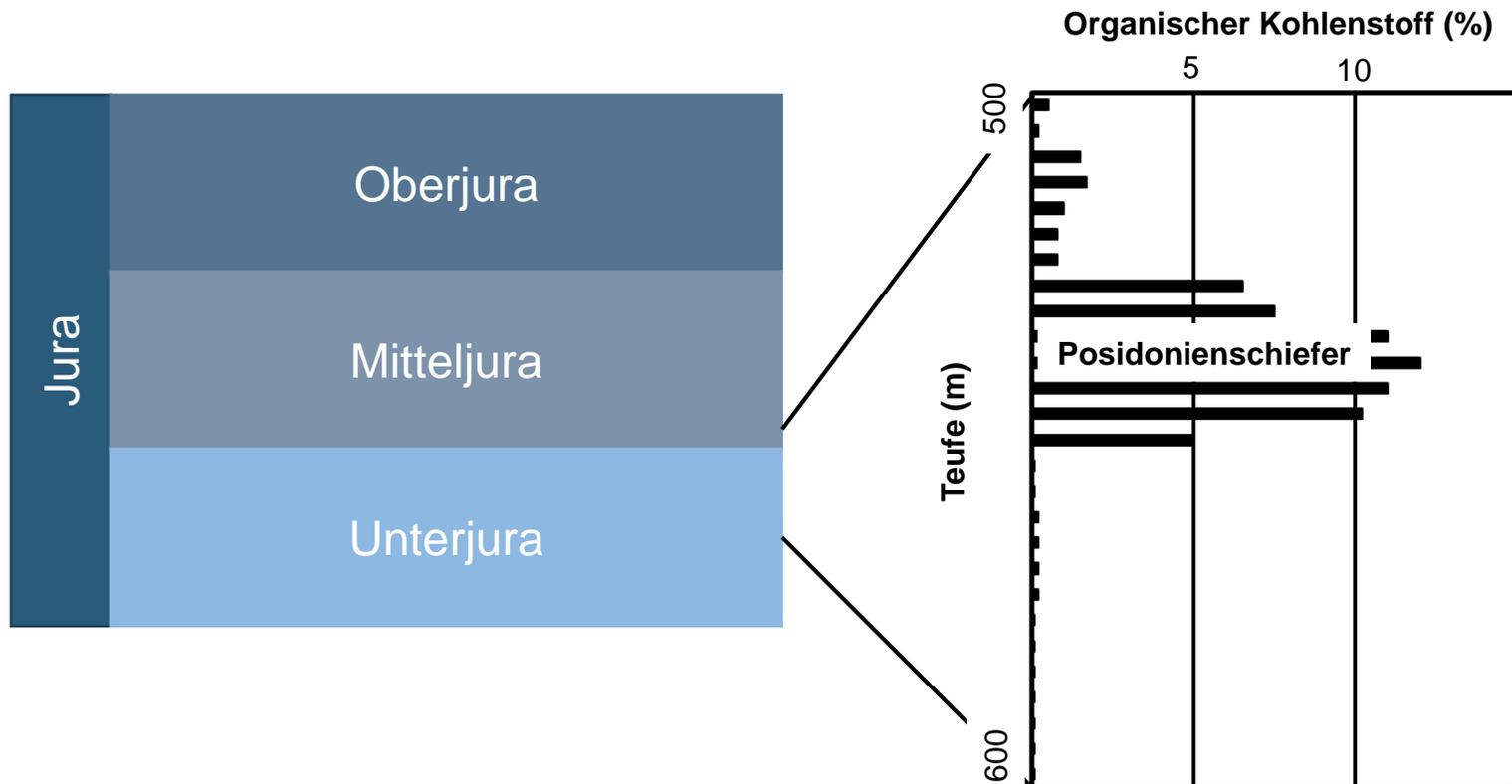
Beispiel 1 – Quantitative Bewertung der Eigenschaften des WbB hinsichtlich des Massen- und Stoffmengenausstrags (2/2)



- Integrierte Bewertung der Transporteigenschaften und regionalen Gegebenheiten
- Eingangswerte sind Porosität, Temperatur, Sorptionswerte, Teufe, Mächtigkeit
- Entscheidungsschwelle für räumliche Einengung (Prüfschritt 4a)

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

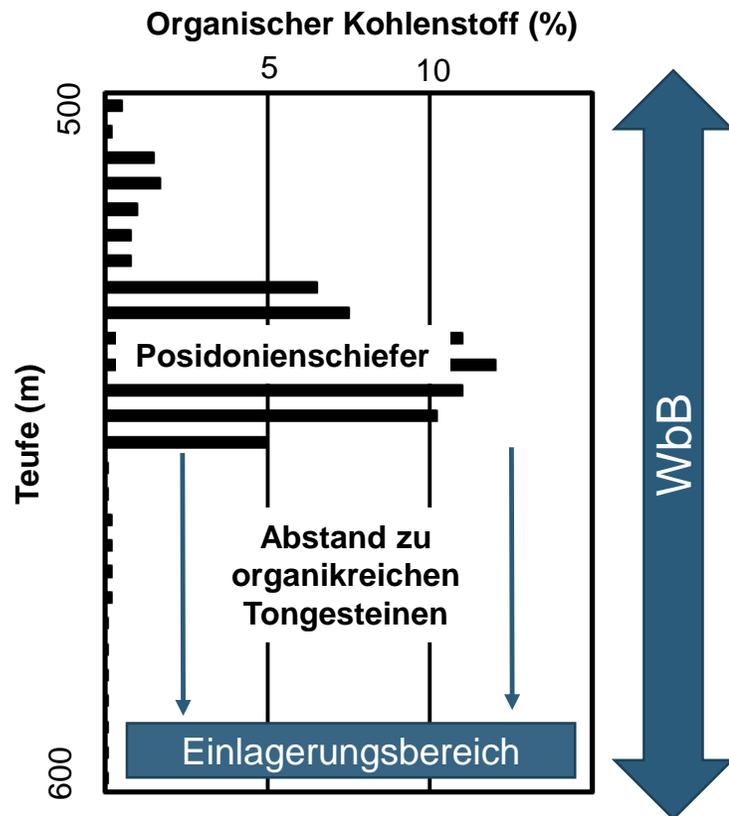
Beispiel 2 – Sedimentäres organisches Material (1/3)



- Tongesteine können sehr hohe Anteile an organischem Kohlenstoff aufweisen
- Organik stammt aus der Ablagerung und verändert sich mit zunehmender Temperatur
- Verbreitung organikreicher Tongesteine ist meist gut bekannt (z. B. Posidonienschiefer)

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

Beispiel 2 – Sedimentäres organisches Material (2/3)

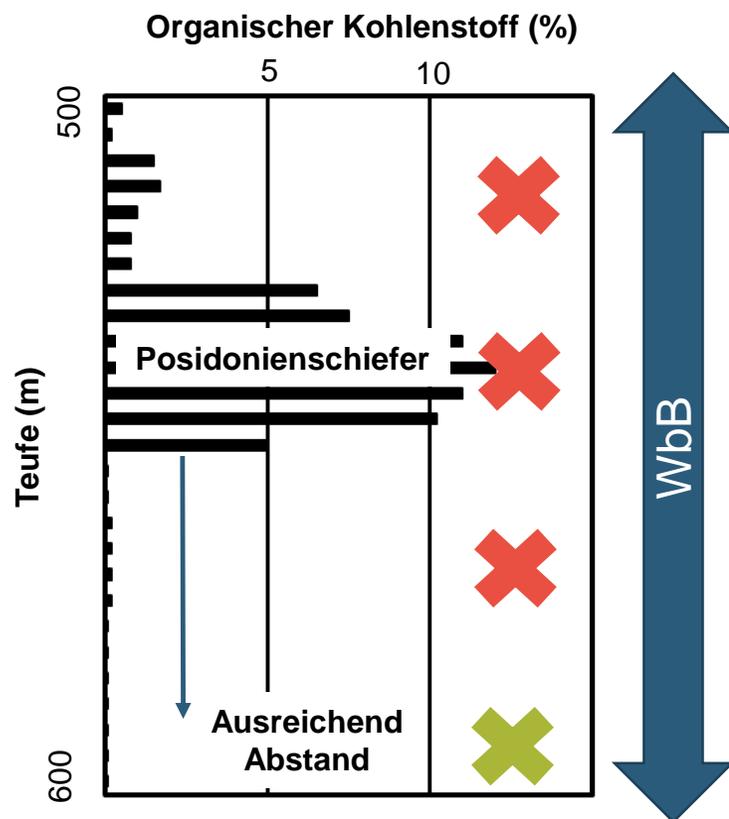


- Komplexe chemische Reaktionen (z. B. Bildung von Kohlenwasserstoffen)
 - Auswirkungen auf Hydrochemie und mikrobielle Aktivität
- Barriereigenschaften (z. B. hydraulische Durchlässigkeit, Diffusionseigenschaften) von organikreichen Tongesteinen nicht generell schlecht

Einlagerung innerhalb oder in der Nähe von organikreichen Tongesteinen soll vermieden werden

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

Beispiel 2 – Sedimentäres organisches Material (3/3)



Mangelhafte Bewertung, geringer Abstand zwischen Einlagerungsbereich und Tonsteinen mit hohem Gehalt an sedimentären organischen Material



Sehr gute Bewertung, ausreichender Abstand zwischen Einlagerungsbereich und Tonsteinen mit erhöhtem Anteil an sedimentären organischen Material

Einlagerung innerhalb oder in der Nähe von organikreichen Tongesteinen soll vermieden werden

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

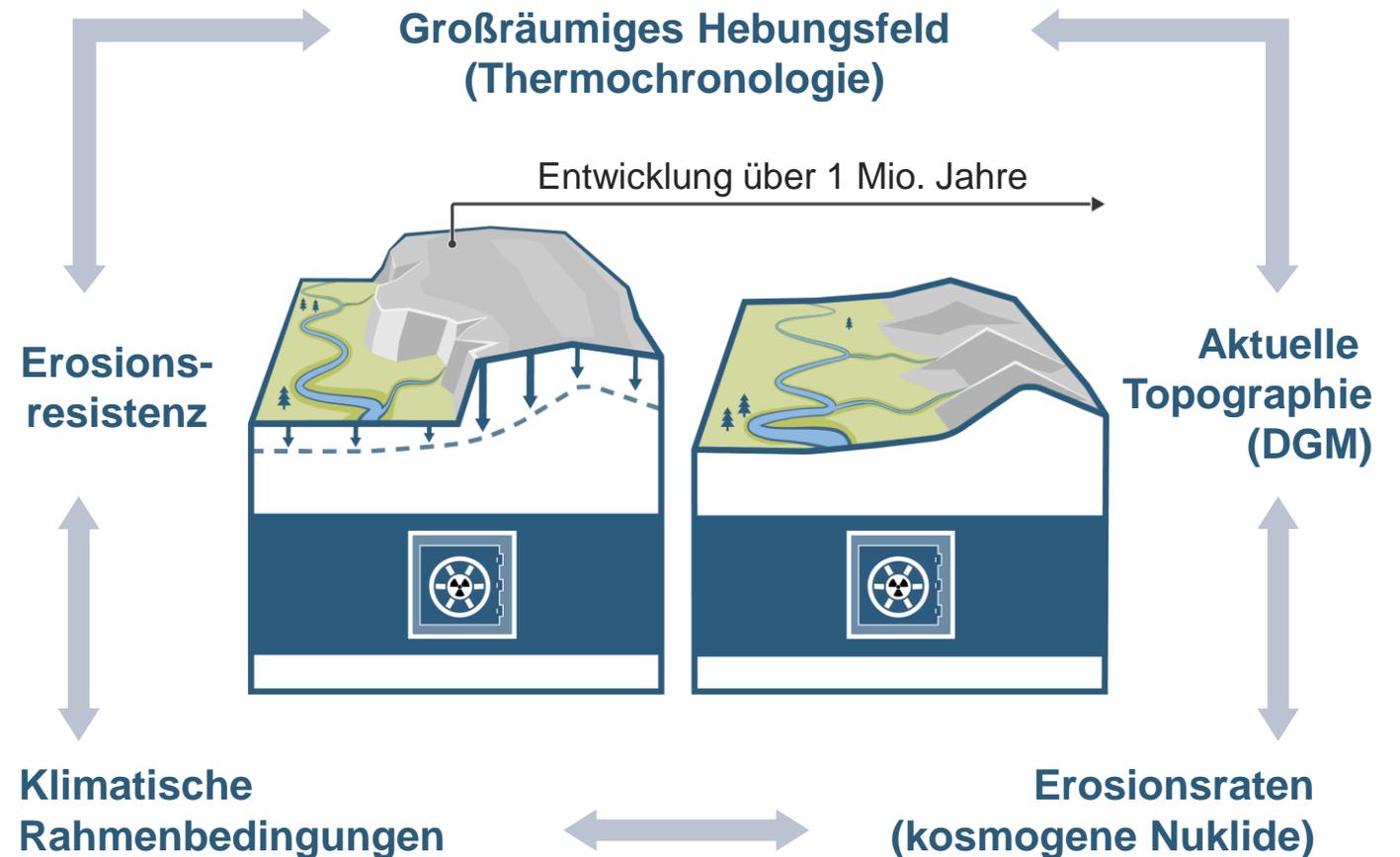
Beispiel 3 – Tiefenlage hinsichtlich Erosion (1/3)

Ziel: Bewertung des Einflusses von fluvialer Erosion auf die Langzeitsicherheit

Durch Abtragung des Deckgebirges kommt es zu einer Verringerung der Tiefenlage des Wirtsgesteinsbereichs mit Barrierefunktion. Dadurch kann es zum Verlust der Barrierefunktion (Integrität) durch

- Potenzielle Freilegung
- Dekompaktion

kommen.



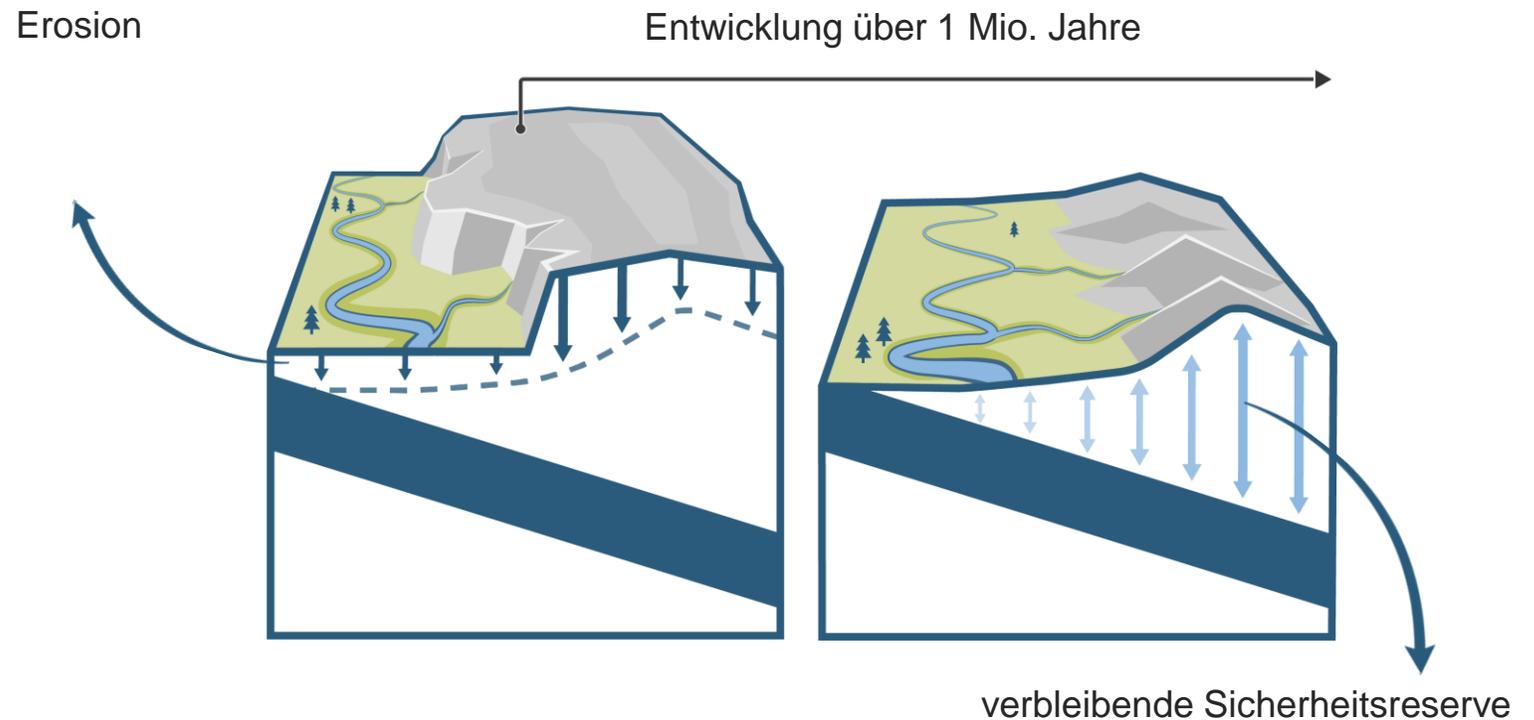
VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

Beispiel 3 – Tiefenlage hinsichtlich Erosion (2/3)

Was wird bewertet?

Sicherheitsreserven als
Mächtigkeit/Tiefenlage unter
Berücksichtigung der Erosion im
Bewertungszeitraum

Wieviel bleibt an „Deckgebirge“ nach
1 Million Jahren übrig?



VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

Beispiel 3 – Tiefenlage hinsichtlich Erosion (3/3)

Bewertungsgrundlagen:

- Tiefenlage des Wirtsgesteins (3-D Strukturmodelle)
- Forschungsvorhaben „Quantifizierung von Erosion in Deutschland“ der Universität Tübingen liefert wichtige Grundlagen zur Prognose zukünftiger Landschaftsentwicklung (Erosion)

Wertungsgruppen für Teilprüfschritt 4b	
Ausgezeichnet	Im Gebiet tritt keine Erosion auf oder der Abstand zwischen der Oberfläche eines möglichen ewG ² und der Geländeoberfläche beträgt während des Bewertungszeitraums >500 m.
Sehr gut	Der Abstand zwischen Oberfläche eines möglichen ewG und der Geländeoberfläche beträgt während des Bewertungszeitraums zwischen 400 m und 500 m.
Gut	Der Abstand zwischen der Oberfläche eines möglichen ewG und der Geländeoberfläche beträgt während des Bewertungszeitraums zwischen 300 m und 400 m.
Befriedigend	Der Abstand zwischen der Oberfläche eines möglichen ewG und der Geländeoberfläche beträgt während des Bewertungszeitraums zwischen 100 m und 300 m.
Mangelhaft	Der Abstand zwischen der Oberfläche eines möglichen ewG und der Geländeoberfläche beträgt während des Bewertungszeitraums voraussichtlich weniger als 100 m oder eine potenzielle Freilegung des Einlagerungsbereichs ist nicht auszuschließen.



VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

Mit Fokus Steinsalz in steiler Lagerung

04

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

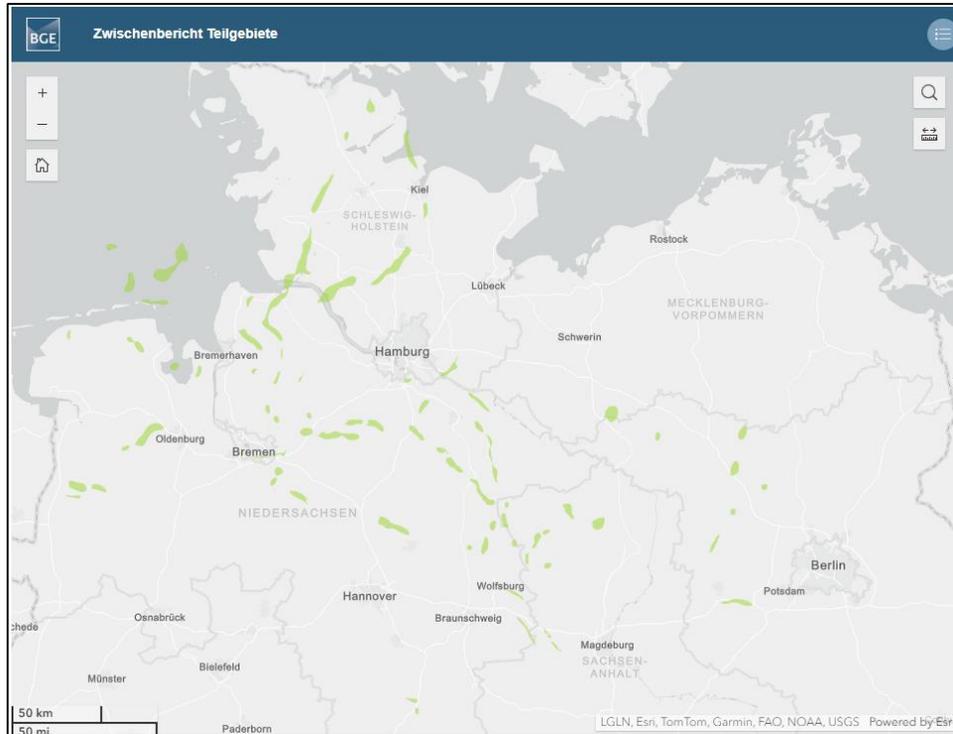
Einleitung



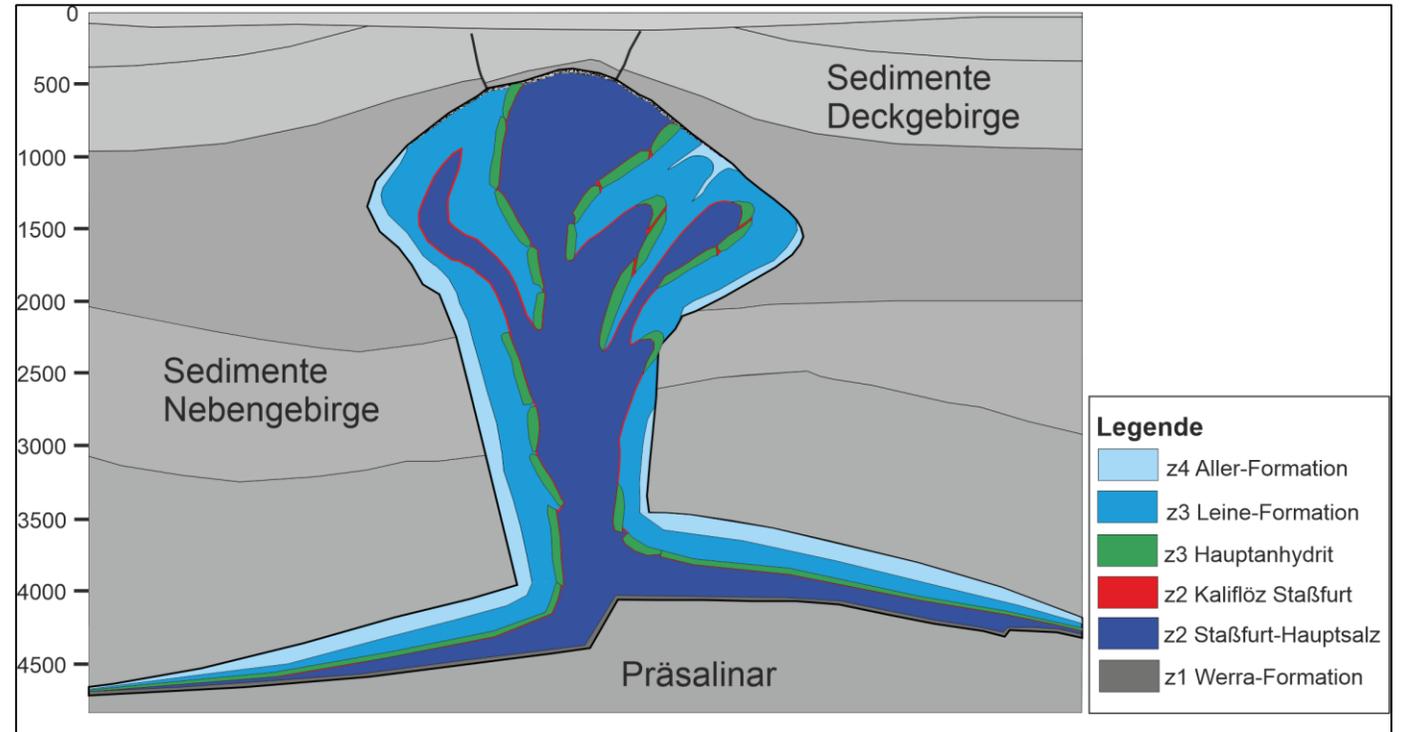
Vorstellen rvSU-Kriterien (Beispiele)
 3 Variabilität des Internbaus (Steinsalz in steiler Lagerung)

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

Beispiel 4 – Variabilität des Internbaus (Steinsalz in steiler Lagerung) (1/2)



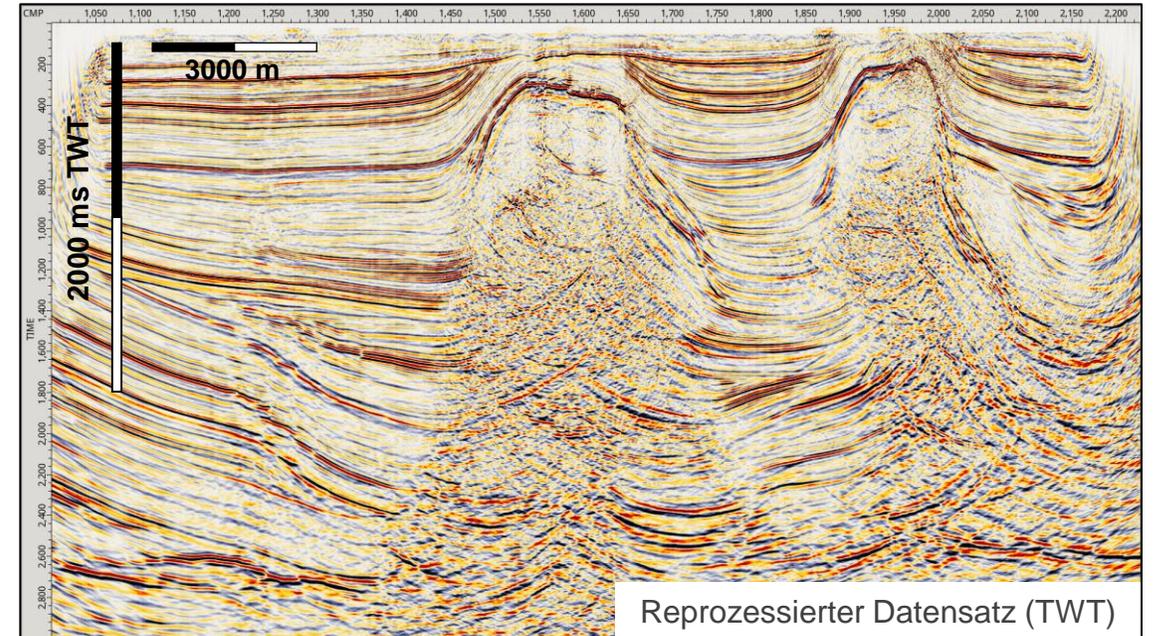
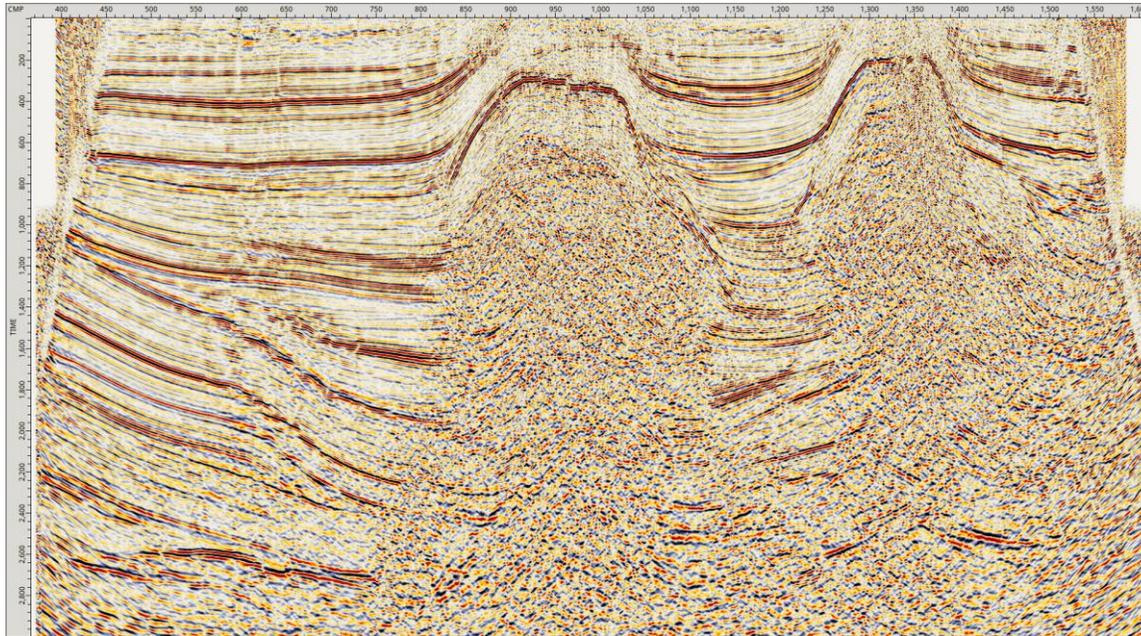
Quelle: BGE



- **Ziel:** Identifikation großer, homogener und wenige komplex verfalteter Steinsalzbereiche innerhalb der Salzstrukturen.
- **Zwischenschritt:** Identifikation der Strukturen, die eine hohe Wahrscheinlichkeit haben, die großen, homogenen Bereiche zu beinhalten.

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

Beispiel 4 – Variabilität des Internbaus (Steinsalz in steiler Lagerung) (2/2)



- **Warum?:** Direkte Abbildung des Internbaus von Salzstrukturen z. B. durch geophysikalische Verfahren, ist sehr schwierig.
- **Lösung:** In Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Entwicklung einer Prognosemethode zur Komplexität des Internbaus von Salzstrukturen.
- **Detail:** Ermittlung von geologischen Faktoren (Proxys) mit unterschiedlicher Relevanz, die Einfluss auf den internen Aufbau von Salzstrukturen haben.

VORSTELLEN VON rvSU-KRITERIEN

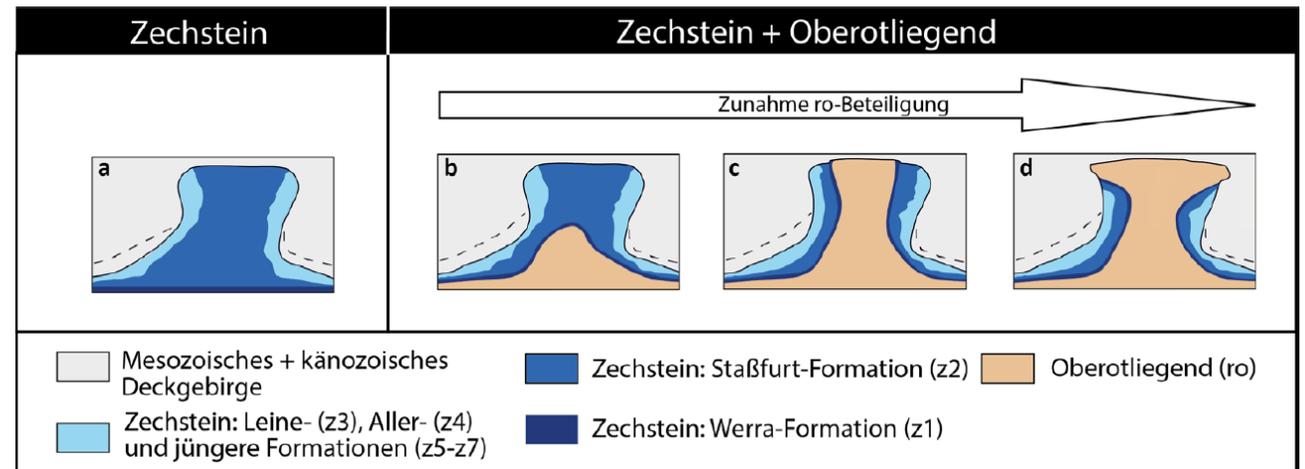
Übersicht geologische Faktoren → Proxy

Gruppe	Entwicklungsgeschichte		Morphologie			Beckenlage	
Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Proxy	Struktur- aufbauendes Salinar	Setting + Entwicklungs- phasen	Querschnitts- fläche	Mächtigkeit	Formfaktor	Primäre Steinsalz- Mächtigkeit	Fazies
Wichtung	hoch	hoch	sehr hoch	hoch	gering	mittel	gering
Bewertung							
sehr günstig							
günstig							
bedingt günstig							
weniger günstig							

PROXY 1: STRUKTURAUFBAUENDES SALINAR

Gruppe	Entwicklungsgeschichte
Nr.	1
Proxy	strukturaufbauendes Salinar
Wichtung	hoch

Bewertung	
sehr günstig	z
günstig	ro+z (ro-Aufwölbung/-Kissen)
bedingt günstig	ro+z (ro-Diapir)
weniger günstig	ro+z (ro-Diapir mit internen Überhängen)



Quelle: Pollok et al. (2024)

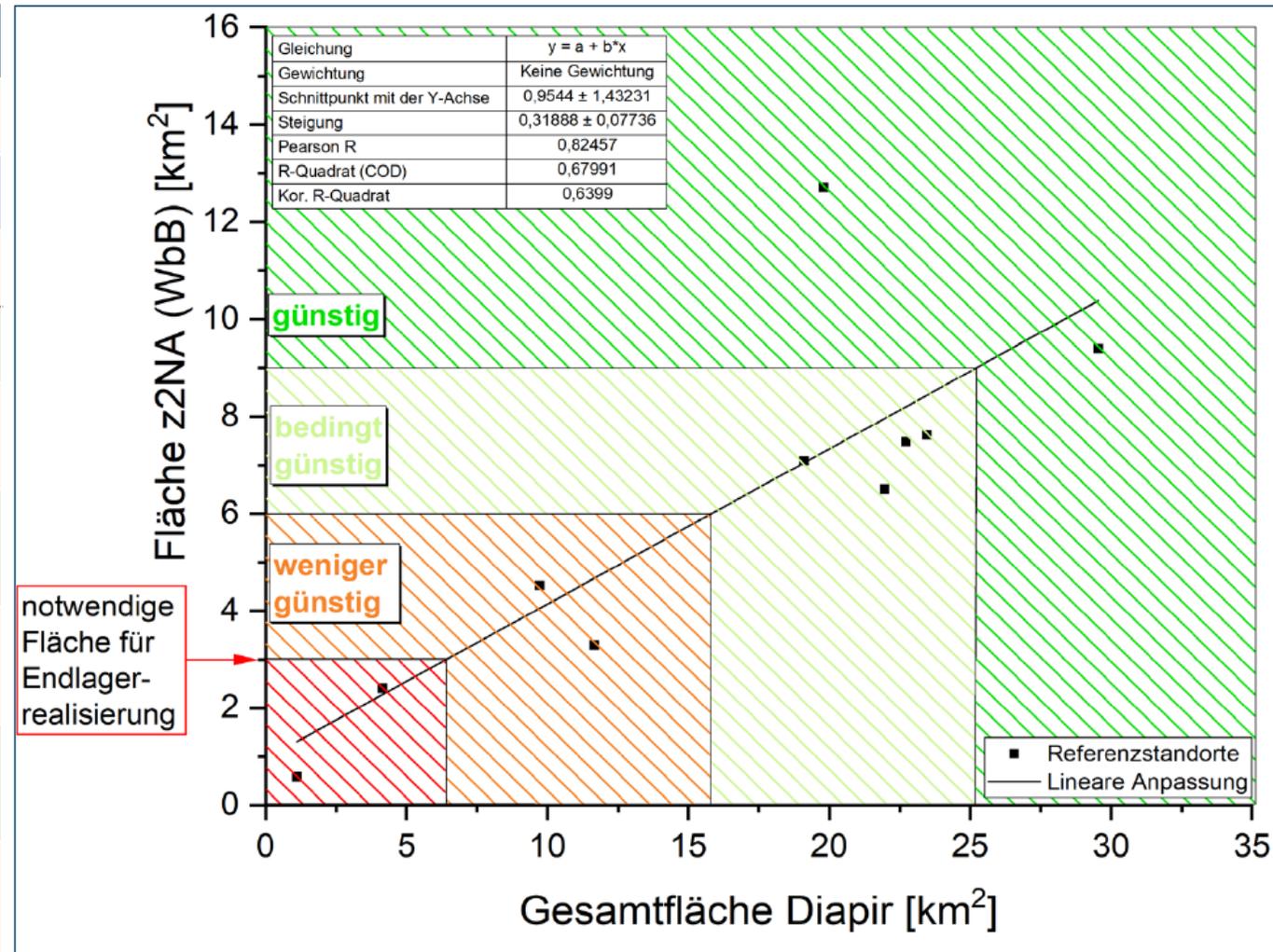
PROXY 2: ENTWICKLUNGSGESCHICHTE & SETTING



Gruppe	Entwicklungsgeschichte
Nr.	2
Proxy	Entwicklungsgeschichte, regionalgeologisches Setting
Wichtung	hoch
Bewertung	
sehr günstig	Extension, außerhalb großer Graben/Störungszonen, kleine oder keine Sockelstörungen innerhalb tektonische Einheit
günstig	Extension, innerhalb von Graben/Störungszonen
bedingt günstig	Extension + Inversion, Salzdiapire mit Überhängen/Überschiebungen
weniger günstig	Extension + Inversion in invertierter Störungszone, Falten und Überschiebungen in der direkten Umgebung
weitere Abwertung	Zusätzlich auf einem Strukturknoten liegend (Sockelstörungen untersch. Orientierung)

PROXY 3: QUERSCHNITTSFLÄCHE

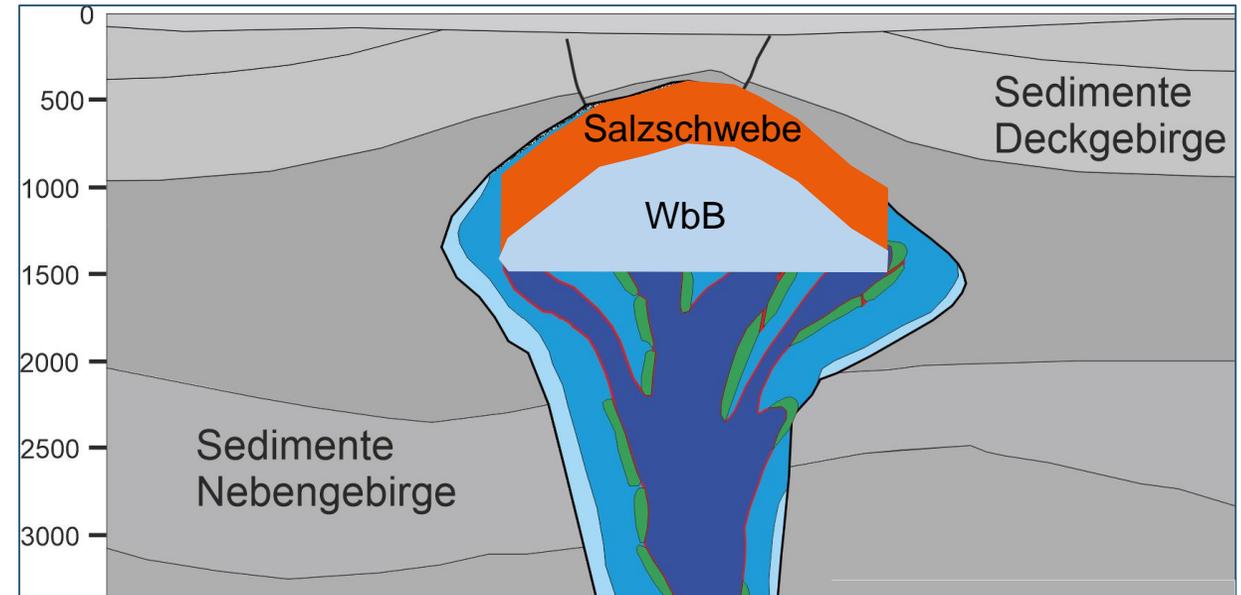
Gruppe	Morphologie	
Nr.	3	
Proxy	Querschnittsfläche	
Wichtung	sehr hoch	
Bewertung		
	Fläche WbB (z2NA)	Gesamtfläche Diapir (z)
günstig	> 9 km ²	> 25 km ²
bedingt günstig	6 – 9 km ²	16 – 25 km ²
weniger günstig	3 – 6 km ²	6 – 16 km ²
Ausschluss	< 3 km ²	< 6 km ²



PROXY 4: MÄCHTIGKEIT

Gruppe	Morphologie
Nr.	4
Proxy	(Gesamt-) Mächtigkeit
Wichtung	hoch
Bewertung	
günstig	> 150 m
bedingt günstig	100 – 150 m
weniger günstig	50 – 100 m
Ausschluss	< 50 m

Quelle: Pollok et al. (2024)



WbB = Wirtsgesteinsbereich mit Barrierefunktion

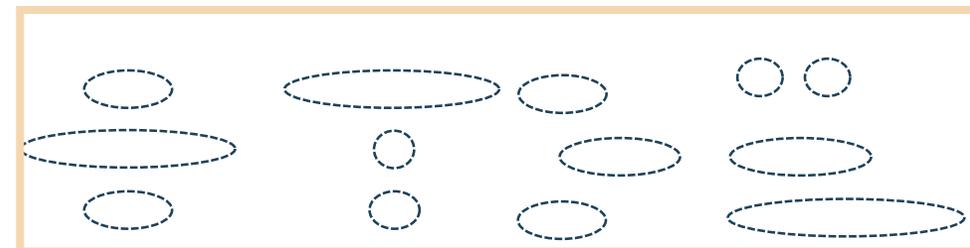
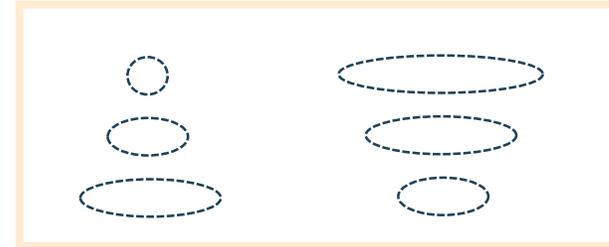
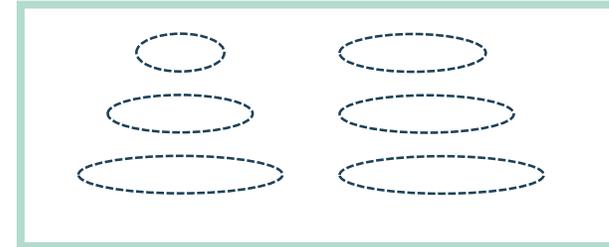
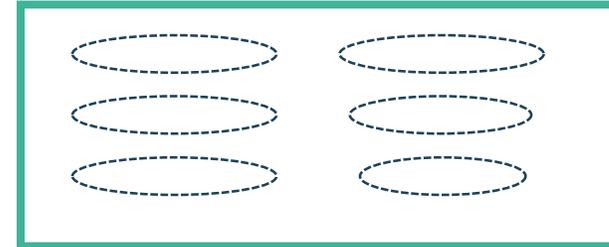
Legende

- z4 Aller-Formation
- z3 Leine-Formation
- z3 Hauptanhydrit
- z2 Kaliflöz Staßfurt
- z2 Staßfurt-Hauptsalz
- z1 Werra-Formation

Quelle: BGE

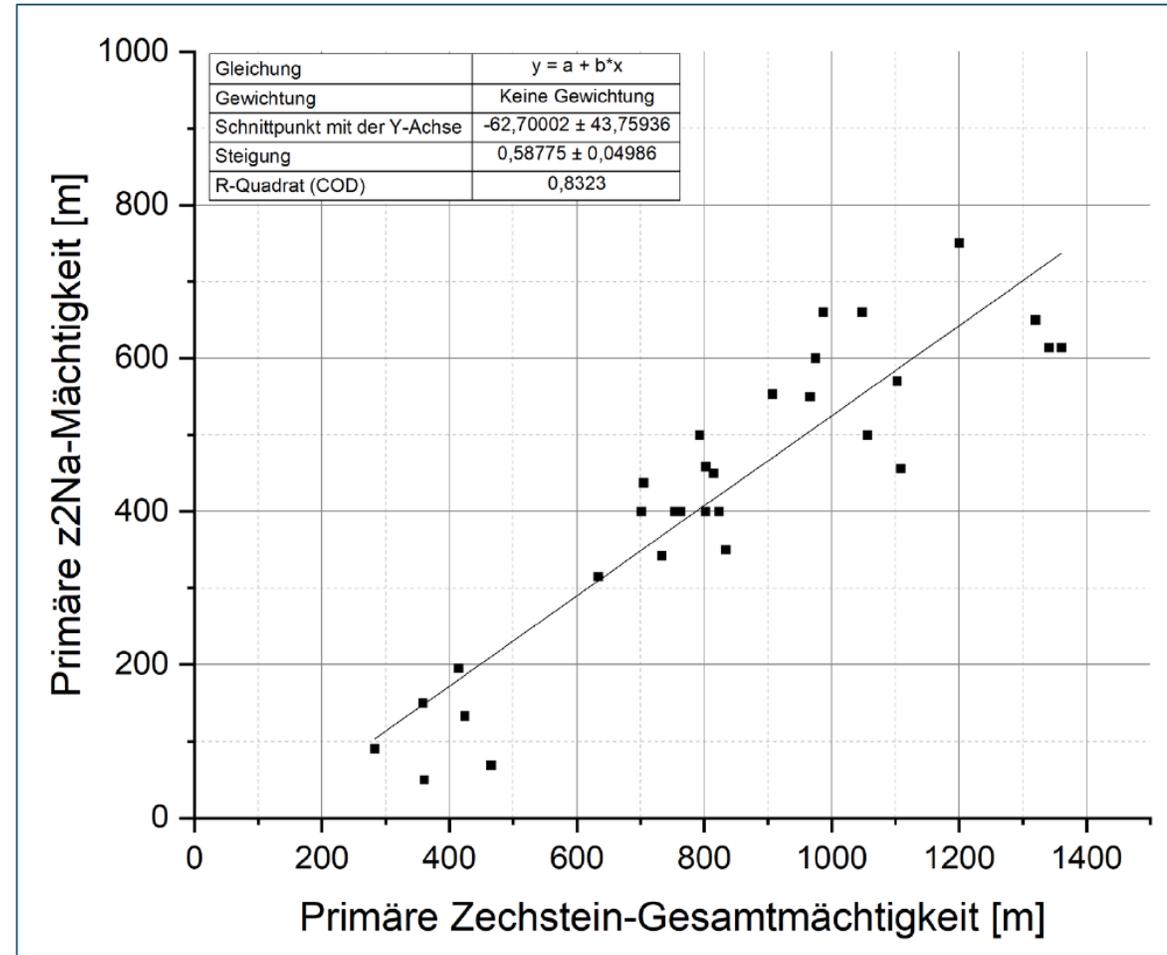
PROXY 5: FORMFAKTOR

Gruppe	Morphologie
Nr.	5
Proxy	Formfaktor
Wichtung	gering
Bewertung	
sehr günstig	keine bis geringe teufenabhängige Varianz; vertikale, parallele Flanken, geringfügig mit der Teufe konvergierend, keine bis geringe Dachwölbung
günstig	Divergierende oder asymmetrische Flanken, mit Dachwölbung
bedingt günstig	Starke Dachwölbung, deutlich mit der Teufe divergierend
weniger günstig	Ausgeprägte Pilzform, schmaler Stiel, weitreichende, flache Überhänge oder starke Teufenvarianz/ Unregelmäßigkeit; Salzintrusion/-keile im Nebengebirge



PROXY 6: PRIMÄRE STEINSALZMÄCHTIGKEIT

Gruppe	Beckenlage
Nr.	6
Proxy	Primäre z2Na-Mächtigkeit
Wichtung	mittel
Bewertung	
sehr günstig	> 600 m
günstig	400 – 600 m
bedingt günstig	200 – 400 m
weniger günstig	100* – 200 m



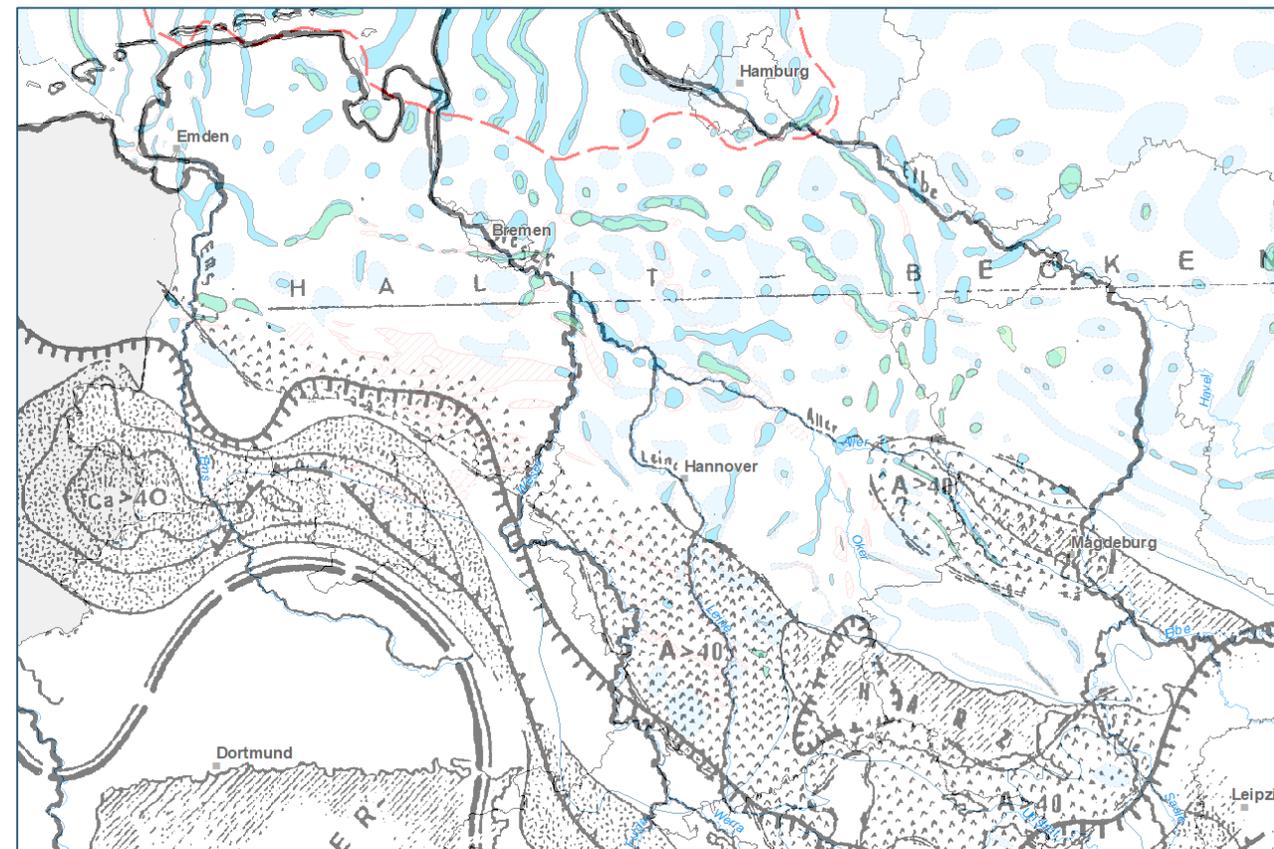
* Unterhalb einer primären z2NA-Mächtigkeit von ca. 100 m ist keine Diapirbildung im Norddeutschen Becken bekannt

Quelle: Pollok et al. (2024)

PROXY 7: FAZIES

Gruppe	Beckenlage
Nr.	7
Proxy	Fazies
Wichtung	gering
Bewertung	
günstig	Im Beckenfazies
bedingt günstig	Teilweise oder randlich auf einer Karbonatplattform, einem Sulfatwall (z3HA)
weniger günstig	Vollkommen auf einer Karbonatplattform (z3LK), einem Sulfatwall (z3HA)

Quelle: Pollok et al. (2024)



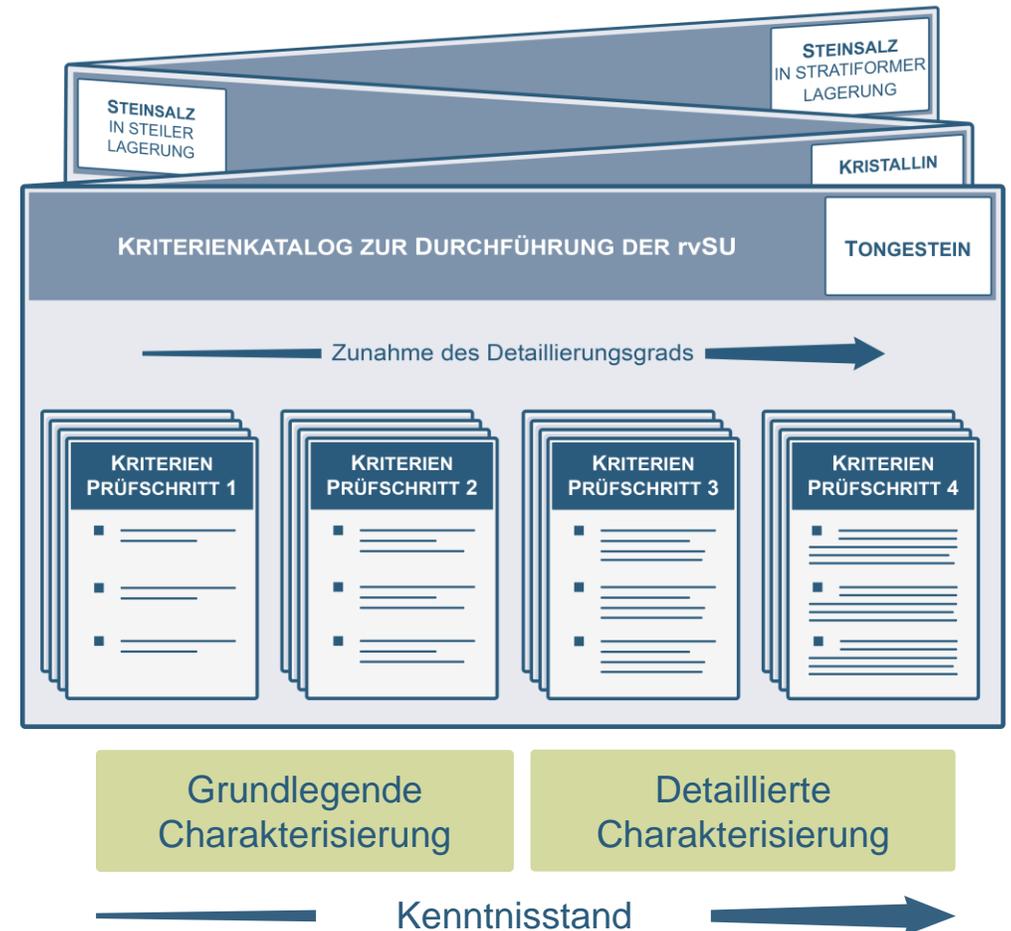
Quelle: Richter-Bernburg (1985)

ZUSAMMENFASSUNG DER PROXY

- Wonach suchen wir in den Teilgebieten?
 - Salzstrukturen mit ausschließlich Zechsteinsalinaren als strukturbildende Salze in endlagerrelevanten Teufen
 - Salzstrukturen mit großen Querschnittsflächen in endlagerrelevanten Teufen
 - Salzstrukturen mit langsamer, einphasiger Genese
 - Salzstrukturen außerhalb von größeren Störungszonen und invertierten Beckenbereichen
 - Beckenzentral gelegene Salzstrukturen
 - Salzstrukturen mit wenig komplexer äußeren Morphologie

UMSETZUNG IN DEN PRÜFSCHRITTEN

- Erste „vereinfachte“ Bewertung der fachlichen Inhalte kann bereits im **Prüfschritt 2** anhand spezifischer rvSU-Kriterien stattfinden:
 - Querschnittsfläche der Salzstruktur von mindestens 16 km² (**Arbeitsstand**)
 - Keine Salzstrukturen mit Rotliegendesalz in endlagerrelevanten Teufen (**Arbeitsstand**)
- Bewertung aller Proxys im **Prüfschritt 4** als rvSU-Kriterium „Variabilität des Internbaus (Steinsalz in steiler Lagerung)“
 - Erstellung einer Detailcharakterisierung
 - Abschließende Bewertung



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

AK	Ausschlusskriterien
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
FEP	Features, Events, Processes – Komponenten, Ereignisse, Prozesse
geoWK	geowissenschaftliche Abwägungskriterien
MA	Mindestanforderungen
planWK	planungswissenschaftliche Abwägungskriterien
rvSU	Repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
UR	Untersuchungsraum
WbB	Wirtgesteinsbereich mit Barrierefunktion

LITERATUR (1/2)

- Behrens, C.; Luijendijk, E.; Kreye, P.; Panitz, F.; Bjorge, M.; Gelleszun, M.; Renz, A.; Miro, S.; Rühaak, W. (2023): *TransPyREnd: a code for modelling the transport of radionuclides on geological timescales*. Adv. Geosci., Bd. 58. S. 109 – 119. ISSN 1680-7359. DOI: <https://doi.org/10.5194/adgeo-58-109-2023>
- EndlSiAnfV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094)
- EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)
- Pollok; Lukas; Jähne-Klingberg; Fabian; Paul; Benjamin (2024): Entwicklung einer Methode zur Bewertung von Wirtsgesteinsanteilen mit Barrierefunktion und der Internbauvariabilität in Salzstrukturen (Teilgebiete in Steinsalz in steiler Lagerung). BGR. Hannover.
- Richter-Bernburg (1985): Zechstein-Anhydrite, Fazies und Genese. Geologisches Jahrbuch, A 85: 3 - 82 S.
- Selzer, P.; Shao, H.; Behrens, C.; Lehmann, C.; Seydewitz, R.; Lu, R.; Kreye, P.; Rühaak, W.; Kolditz, O. (2024): *The value of simplified models of radionuclide transport for the safety assessment of nuclear waste repositories: A benchmark study*. Journal of Contaminant Hydrology, Bd. 267. S. 104417 – 104433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2024.104417>

LITERATUR (2/2)

- StandAG: Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist



BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

STANDORTSUCHE

Peine | Eschenstraße 55

www.bge.de
www.einblicke.de



Die Newsletter der BGE

