



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

FORUM ENDLAGERSUCHE

AG 7 Methodenentwicklung – Eigenschaften der Wirtsgesteine
und Konsequenzen für geowissenschaftliche Bewertung und
Endlagersysteme in den rvSU

DR. REINHARD FINK UND DR. MATTHIAS BAUER

Mainz, den 21.5.2022

AGENDA

Eigenschaften der Wirtsgesteine
und Konsequenzen für
geowissenschaftliche Bewertung
und Endlagersysteme in den rvSU

01

EIGENSCHAFTEN DER WIRTSGESTEINE

02

DIE REPRÄSENTATIVEN VORLÄUFIGEN
SICHERHEITSUNTERSUCHUNGEN (rvSU)

03

KONSEQUENZEN FÜR DIE BEWERTUNG
BEISPIEL 1: ENDLAGERSYSTEMTYP

04

KONSEQUENZEN FÜR DIE BEWERTUNG
BEISPIEL 2: TIEFE DES ENDLAGERS

05

KONSEQUENZEN FÜR DIE BEWERTUNG
BEISPIEL 3: RÄUMLICHE LAGE



EIGENSCHAFTEN DER WIRTSGESTEINE

Steinsalz, Tongestein, kristallines Gestein

01

DIE DREI WIRTSGESTEINE – § 1 StandAG



Steinsalz

- Gesteinsbildender Hauptbestandteil ist das Mineral Halit
- Steinsalz tritt in stratiformer Lagerung auf, durch Prozesse der Salztektonik entstehen Salzstrukturen in steiler Lagerung (Salzstöcke)



Tongestein

- Tonstein und Ton sowie ton-dominierte Vertreter aus der kontinuierlichen Reihe Kalkstein – Mergel – Tonstein



Kristallines Gestein

- Plutonite entsprechend der Klassifikation nach Streckeisen
- Hochgradig regionalmetamorphe Gesteine (Amphibolit-, Eklogit- und Granulit-Fazies; Gneise und Migmatite)

EIGENSCHAFTEN DER WIRTSGESTEINSTYPEN

	Steinsalz	Tongestein	Kristallines Gestein
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr geringe Durchlässigkeit ▪ Fließfähigkeit ▪ Herstellung großer Hohlräume ohne speziellen Ausbau möglich 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe Durchlässigkeit (besonders von quellfähigen Tonmineralen) ▪ Hohes Rückhaltevermögen von Radionukliden ▪ Hohe Plastizität 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Festigkeit ▪ Temperaturunempfindlichkeit ▪ Ungeklüftet geringe Gebirgsdurchlässigkeit
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasserlöslichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relativ geringe Festigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neigung zur Bildung von Rissen/Kluftsystemen



KONSEQUENZEN FÜR DIE BEARBEITUNG UND BEWERTUNG



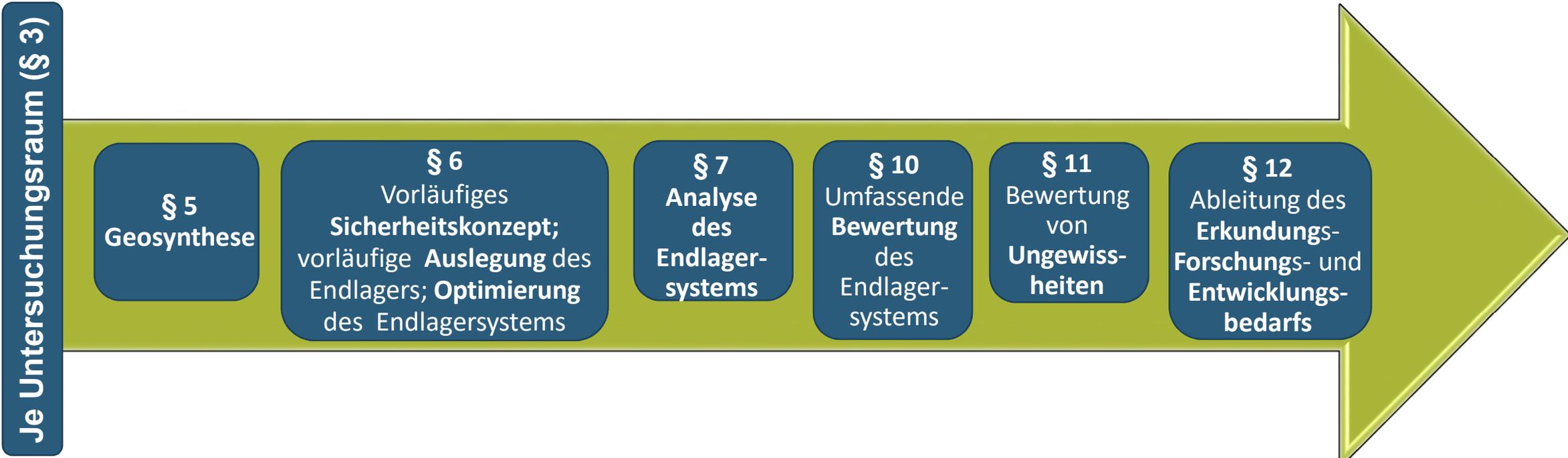
DIE rvSU

Bausteine und Prüfschritte

02

DIE REPRÄSENTATIVE vSU

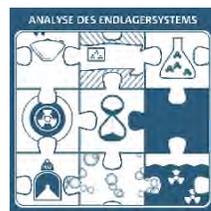
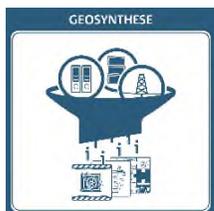
Bausteine der rvSU



Quelle: BGE

DIE REPRÄSENTATIVE vSU

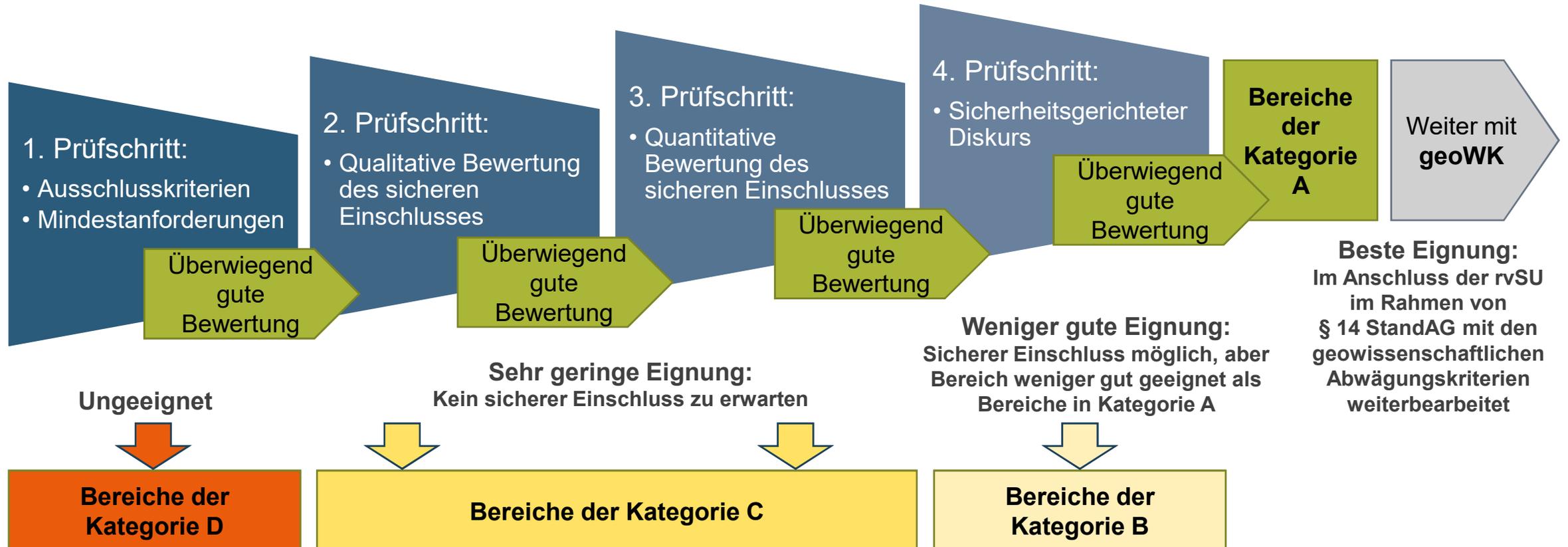
Bausteine der rvSU



Quelle: BGE

DIE REPRÄSENTATIVE vSU

Prozessualer Ablauf – Die vier Prüfschritte

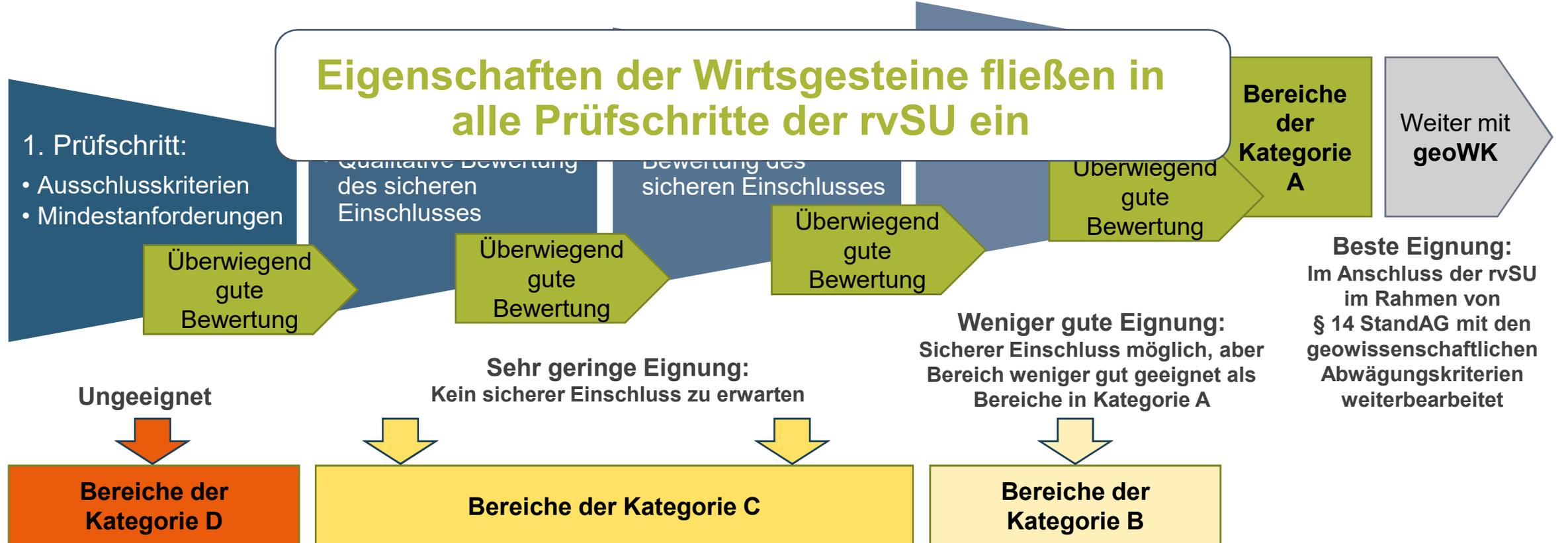


Schrittweise **Fokussierung** auf aussichtsreiche Gebiete



DIE REPRÄSENTATIVE vSU

Prozessualer Ablauf – Die vier Prüfschritte



Schrittweise **Fokussierung** auf aussichtsreiche Gebiete



QUALITATIVE BEWERTUNG

Beispiel Gesteinseigenschaften in Bewertungskriterien

2. Prüfschritt:

- Qualitative Bewertung des sicheren Einschlusses

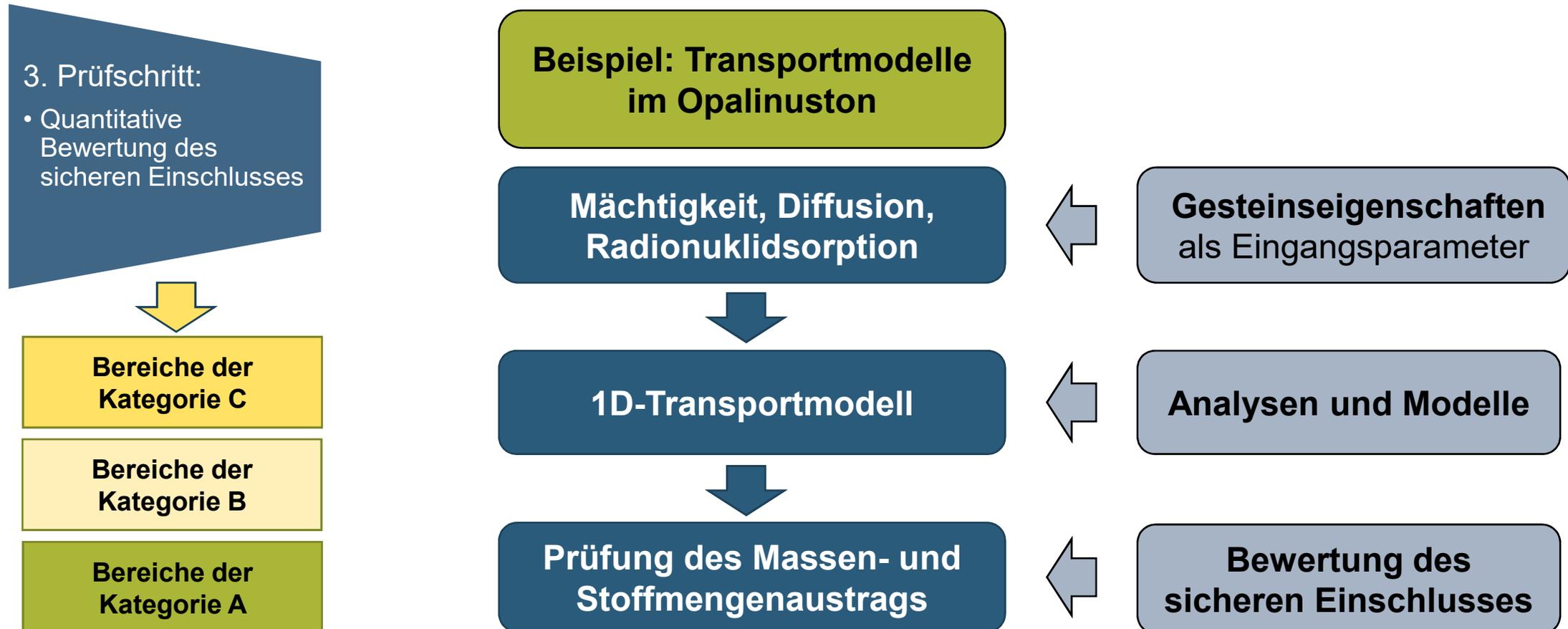


**Bereiche der
Kategorie C**

Bewertungskriterien (Anlagen 1 bis 4 zu § 24 StandAG)	Beispiele relevanter Gesteinseigenschaften für die Bewertung
Transport radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen	Durchlässigkeit
Konfiguration der Gesteinskörper	Mächtigkeit
Räumliche Charakterisierbarkeit	Räumliche Verteilung der Gesteinstypen
Langfristige Stabilität der günstigen Verhältnisse	Lösungsverhalten
Weitere Aspekte – ungünstige Tiefenlage bezüglich bautechnischer Aspekte	Gesteinsfestigkeit

QUANTITATIVE BEWERTUNG

Beispiel Gesteinseigenschaften in Transportmodellen





BEISPIEL 1: ENDLAGERSYSTEMTYP

Konsequenzen für die Bewertung

03

EIGENSCHAFTEN DER WIRTSGESTEINSTYPEN

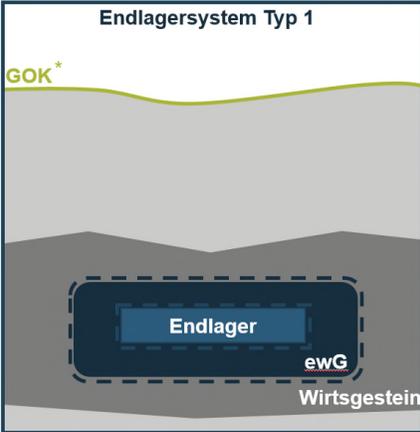
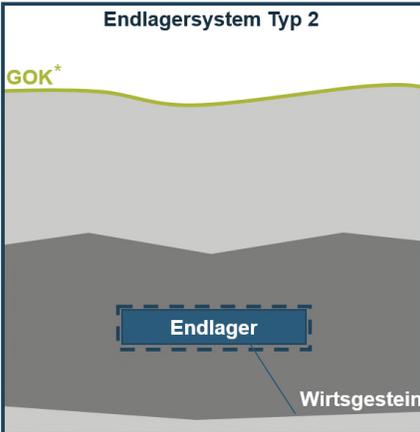
Durchlässigkeit

	Steinsalz	Tongestein	Kristallines Gestein
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr geringe Durchlässigkeit ▪ Fließfähigkeit ▪ Herstellung großer Hohlräume ohne speziellen Ausbau möglich 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe Durchlässigkeit (besonders von quellfähigen Tonmineralen) ▪ Hohes Rückhaltevermögen von Radionukliden ▪ Hohe Plastizität 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Festigkeit ▪ Temperaturunempfindlichkeit ▪ Ungeklüftet geringe Gebirgsdurchlässigkeit
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasserlöslichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relativ geringe Festigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neigung zur Bildung von Rissen/Kluftsystemen
Endlager-system	Typ 1	Typ 1	Typ 1 oder 2

Typ 1: Wirtsgestein als wesentliche Barriere

Typ 2: Wirtsgestein ist keine wesentliche Barriere

ENDLAGERSYSTEMTYPEN

	Wirtsgestein	Wesentliche Barriere	Hauptaufgabe des Wirtsgesteins
Endlagersystem Typ 1 	Steinsalz, Tongestein, Kristallines Gestein	Einschlusswirksamer Gebirgsbereich (ewG)	Barrierewirkung (Einschluss und Schutz) Nur Tongestein: Rückhaltung nach Freisetzung der Radionuklide
Endlagersystem Typ 2 	Kristallines Gestein	Technische und geotechnische Barriere	Schutz der technischen und geotechnischen Barrieren



BEISPIEL 2: TIEFE DES ENDLAGERS

Konsequenzen für die Bewertung

04

EIGENSCHAFTEN DER WIRTSGESTEINSTYPEN

Thermo-physikalische und Mechanische Eigenschaften

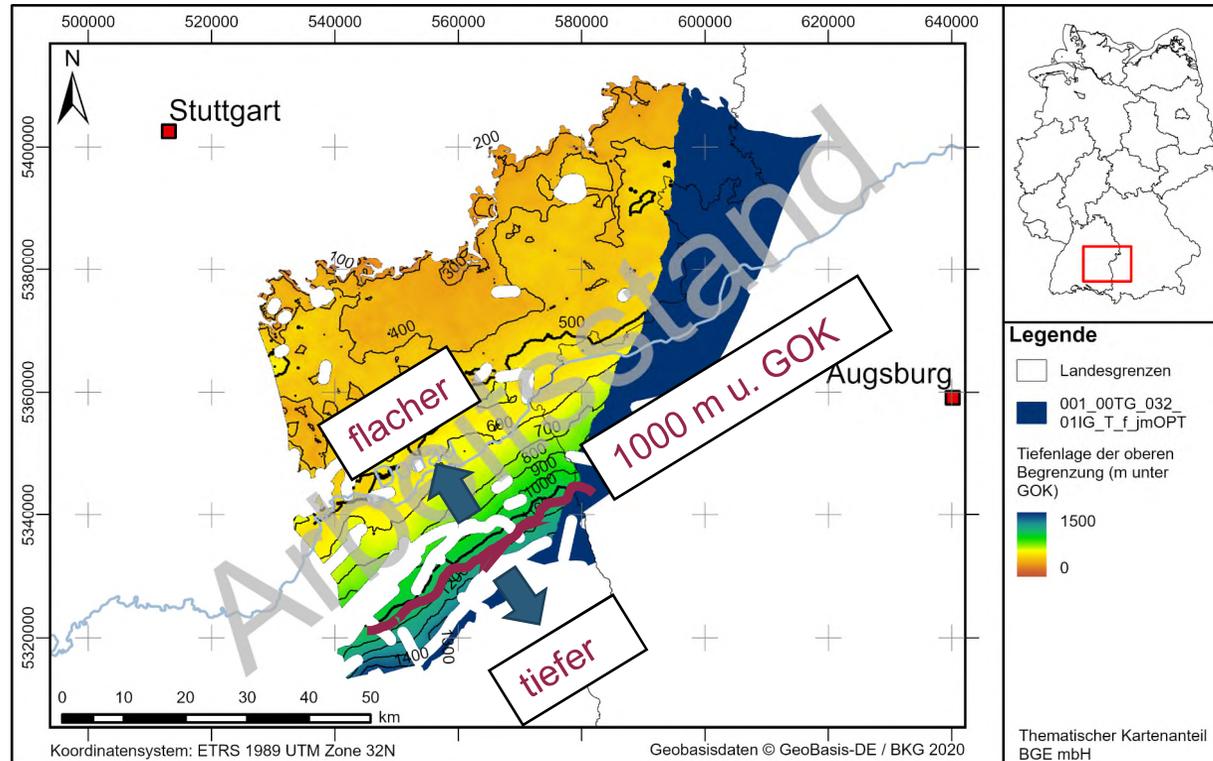
	Steinsalz	Tongestein	Kristallines Gestein
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Sehr geringe Durchlässigkeit Fließfähigkeit Herstellung großer Hohlräume ohne speziellen Ausbau möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Geringe Durchlässigkeit (besonders von quellfähigen Tonmineralen) Hohes Rückhaltevermögen von Radionukliden Hohe Plastizität 	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Festigkeit Temperaturunempfindlichkeit Ungeklüftet geringe Gebirgsdurchlässigkeit
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Wasserlöslichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> Relativ geringe Festigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> Neigung zur Bildung von Rissen/Kluftsystemen



UNTERSCHIEDE IN DER FESTIGKEIT BEEINFLUSSEN
BAUTECHNISCHE ASPEKTE DES ENDLAGERS

EIGENSCHAFTEN DER WIRTSGESTEINSTYPEN

Beispiel: Günstige Tiefenlage Opalinuston



Betrachtung bautechnischer Aspekte

- Mit steigender Tiefenlage nehmen bautechnische Erfahrung bei steigenden Herausforderungen ab
- Unterhalb von 1000 m u. GOK überwiegen die Nachteile der bautechnischen Machbarkeit (sehr geringe Eignung)



GERINGE FESTIGKEITEN IM OPALINUSTON (UND TONGESTEIN) HABEN DIREKTE KONSEQUENZEN FÜR DIE BEWERTUNG BAUTECHNISCHER ASPEKTE



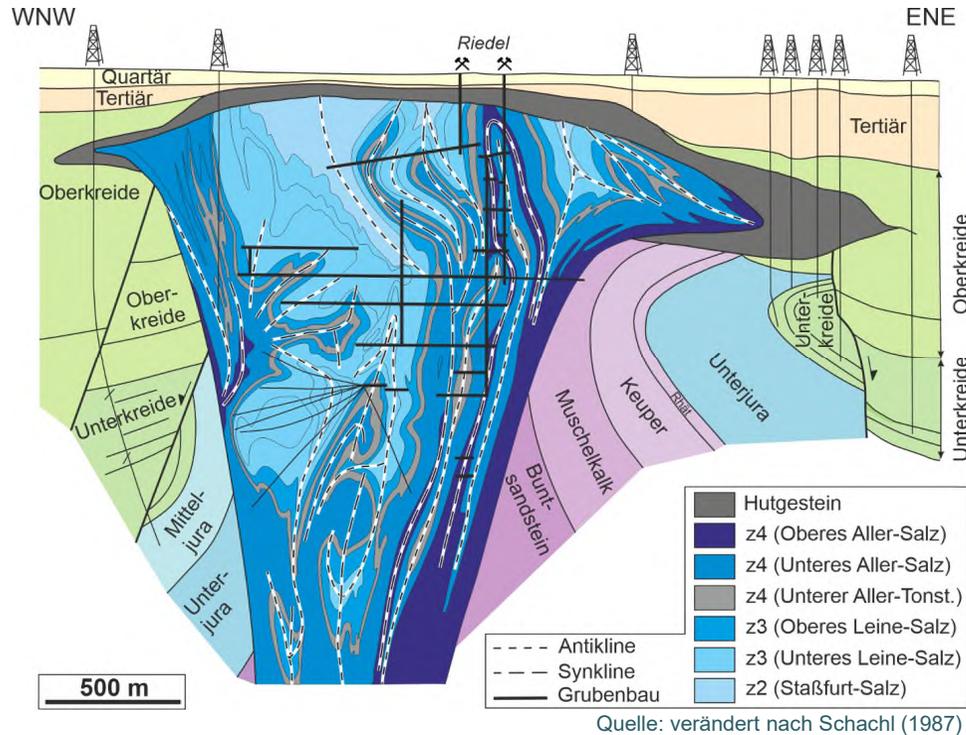
BEISPIEL 3: LAGERUNG

Konsequenzen für die Bewertung

05

LAGERUNG DER GESTEINE

Beispiel: Internbauprognose Salz in steiler Lagerung



Entwicklung einer Methode zur Internbauprognose mittels Indikatoren

- Geologische Entwicklungsgeschichte der Salzstrukturen
- Form und Größe (Morphologie)
- Weitere Indikatoren möglich

Erprobung einer verbesserten Abbildung der internen Strukturen durch Neubearbeitung seismischer Rohdaten (reprocessing)

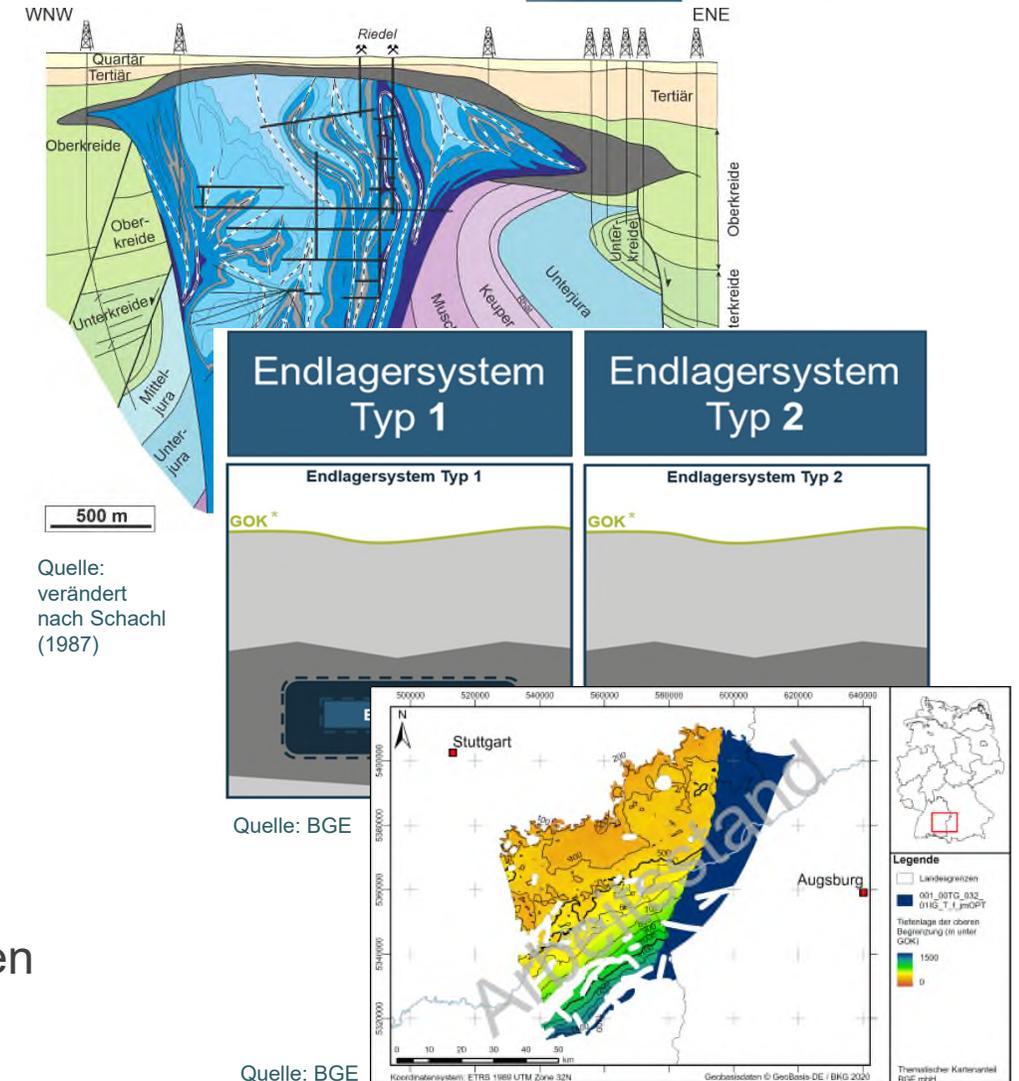


KOMPLEXE LAGERUNG DER GESTEINE IN SALZSTÖCKEN ERFORDERT SPEZIFISCHE METHODEN FÜR DIE GEOWISSENSCHAFTLICHE BEWERTUNG

FAZIT

Unterschiedliche Eigenschaften der Wirtsgesteine

- 1) wirken sich direkt auf das Sicherheitskonzept und die **Bewertungen bezüglich des sicheren Einschlusses** aus
 - z. B. Endlagersystemtyp im kristallinen Wirtsgestein abhängig von der Durchlässigkeit
 - z. B. Tiefe abhängig von gebirgsmechanischen Eigenschaften
- 2) erfordern die **Entwicklung und Anwendung wirtsgesteinsspezifischer Methoden**
 - z. B. wirtsgesteinsspezifische Transportmodelle
 - z. B. Internbau-Prognose in steilstehenden Salzstrukturen



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



- [Die interaktive Einführung zur Erstellung des Zwischenberichts und zu allen Kriterien und Anforderungen](#)
- [Ihre Fragen und unsere Antworten](#)
- [Den Zwischenbericht Teilgebiete mit allen Unterlagen und Anlagen](#)
- [Eine eigene Seite zu jedem Teilgebiet](#)
- [Eine interaktive Karte mit allen Teilgebieten und den ausgeschlossenen Gebieten](#)
- [Steckbriefe für die Gebiete zur Methodenentwicklung](#)

Kontakt: dialog@bge.de

www.bge.de
www.einblicke.de





BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Dr. Reinhard Fink und Dr. Matthias Bauer
Bereich Standortauswahl

Peine | Eschenstraße 55

www.bge.de
www.einblicke.de



@die_BGE