



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Stand 04.10.2023

Revisionsblatt



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Blatt: 2
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
SG	02301				U	TF	0001	00	Stand: 04.10.2023

Titel der Unterlage:
Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Rev.	Rev.-Stand Datum	Verantwortliche Stelle	Revidierte Blätter	Kat.*	Erläuterung der Revision
00	04.10.2023	STA-ST.1			Ersterstellung

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 3

Inhaltsverzeichnis

Deckblatt	1
Revisionsblatt	2
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis der Anhänge	6
Anhangsverzeichnis	6
Glossar	8
Kurzzusammenfassung	13
1 Einleitung	14
1.1 Das Standortauswahlverfahren	14
1.2 Gegenstand und Zielsetzung der Veröffentlichung	15
2 Allgemeine Beschreibung des Vorgehens zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten	17
2.1 Durchführung der rvSU	18
2.2 Erneute Anwendung der geoWK	21
2.3 Vergleich der Kategorie A-Gebiete	21
2.4 Optionale Anwendung der planWK	22
2.5 Standortregionenvorschlag der BGE	22
3 Detaillierte Beschreibung des Vorgehens in den rvSU	23
3.1 Kriterienbasierter Ansatz zur nachvollziehbaren Bewertung der Gebiete	24
3.1.1 Räumliche Einengung und der Vergleich zwischen Gebieten: die generelle und lokalspezifische Bedeutung für die Sicherheit	24
3.1.2 Strukturierung der rvSU-Kriterien in wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkatalogen	27
3.2 Kategorisierung in den rvSU: Anwendung der rvSU-Kriterien in den Prüfschritten 1 bis 4	31
3.2.1 Prüfschritt 1 – Zielgerichtete Anwendung von AK und MA	32
3.2.2 Prüfschritt 2 – Qualitative Bewertung des sicheren Einschusses	32
3.2.2.1 Bewertung anhand der aus den geoWK abgeleiteten rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 2	34
3.2.2.2 Bewertung durch weitere rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 2	35
3.2.3 Prüfschritt 3 – Quantitative Bewertung des sicheren Einschusses	37
3.2.4 Prüfschritt 4 – Sicherheitsgerichteter Diskurs	39

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 4

3.2.4.1	Teilprüfschritt 4a – Räumliche Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten	40
3.2.4.2	Teilprüfschritt 4b – Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete	42
3.3	Umfassende Bewertung des Endlagersystems	44
4	Erneute Anwendung der geoWK	46
4.1	Auswirkungen der Durchführung der rvSU auf die erneute Anwendung der geoWK	48
4.2	Auswirkungen der methodischen Weiterentwicklungen auf die Anwendung der geoWK	48
4.3	Bewertung der Relevanz der geoWK	51
5	Vergleich der Kategorie A-Gebiete und Festlegung der potenziellen Standortregionen	53
6	Potenzielle Anwendung der planWK	55
6.1	Anwendungsvoraussetzungen	55
6.2	Anwendungsschritte	57
7	Empfehlungen zum Umgang mit Gebieten ohne hinreichende Informationen	58
8	Standortbezogene Erkundungsprogramme für die übertägige Erkundung	59
8.1	Erkundungsbedarfe und -verfahren	60
8.2	Mögliche Vorgehensweisen für das Vorgehen bei der übertägigen Erkundung in Phase II	63
9	Umgang mit den Ergebnissen aus der Öffentlichkeitsbeteiligung	64
10	Ausblick	66
	Literaturverzeichnis	68
	Anzahl der Blätter dieses Dokumentes	81

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 5

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens.	15
Abbildung 2:	Übergeordnetes Vorgehen bei der Ermittlung der Standortregionen für die übertägige Erkundung.	17
Abbildung 3:	Prüfschritte innerhalb der rvSU.	19
Abbildung 4:	Beispielhafte zusammenfassende kartografische Darstellung von Gebieten der Kategorien D bis A in einem fiktiven UR.	20
Abbildung 5:	Die generelle Bedeutung für die Sicherheit eines möglichen Endlagers.	25
Abbildung 6:	Die lokalspezifische Bedeutung für die Sicherheit eines möglichen Endlagers.	26
Abbildung 7:	Schematische Darstellung der wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkataloge.	28
Abbildung 8:	Beispielhafte Darstellung der Anwendung einzelner rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 1.	33
Abbildung 9:	Schematische Darstellung der Methode zur Bewertung von Gebieten in Prüfschritt 2.	36
Abbildung 10:	Schematische Darstellung der Methode zur Einstufung von Gebieten in Kategorie C in Prüfschritt 3.	38
Abbildung 11:	Beispiele für rvSU-Kriterien für Teilprüfschritt 4a (Räumliche Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten).	41
Abbildung 12:	Zusammenfassung der Vorgehensweise in Teilprüfschritt 4a (Räumliche Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten).	42
Abbildung 13:	Schematische Darstellung der Vorgehensweise in Teilprüfschritt 4b (Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete) mit exemplarischer Anzahl an Gebieten.	43
Abbildung 14:	Zusammenfassung der Vorgehensweise in Teilprüfschritt 4b (Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete).	45
Abbildung 15:	Schematische Darstellung der erneuten Anwendung der geoWK nach Durchführung der rvSU.	47
Abbildung 16:	Prinzip des UR-übergreifenden Vergleichs der Kategorie A-Gebiete.	54
Abbildung 17:	Die zwei Anwendungsfälle der planWK.	56
Abbildung 18:	Schematische Darstellung der Vorgehensweise bei einer optionalen Anwendung der planWK.	58
Abbildung 19:	Ableitung der Erkundungsbedarfe.	61
Abbildung 20:	Entwicklung standortbezogener Erkundungsprogramme.	62
Abbildung 21:	Umgang mit Ergebnissen aus der Beteiligung.	64

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 6

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zusammenfassung der Anwendungen der geoWK in Schritt 1 und Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens sowie der sich daraus ergebenden methodischen Weiterentwicklungen.	49
Tabelle 2:	Aggregation der Einstufung der Relevanzaspekte zu einer Gesamteinstufung der Relevanz eines Indikators.	53

Tabellenverzeichnis der Anhänge

Tabelle A 1:	Übersicht (aktueller Arbeitsstand) über die rvSU-Kriterien für die Prüfschritte 1 bis 4.	71
--------------	--	----

Anhangsverzeichnis

Anhang 1	Übersicht (aktueller Arbeitsstand) über die rvSU-Kriterien für die Prüfschritte 1 bis 4	71
----------	---	----

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 7

Abkürzungsverzeichnis

AK	Ausschlusskriterien
AkEnd	Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BGE TEC	BGE Technology GmbH
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (seit 08.12.2021, alt: BMU, BMUB)
EndISiAnfV	Endlagersicherheitsanforderungsverordnung
EndISiUntV	Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung
ewG	Einschlusswirksamer Gebirgsbereich
FKTG	Fachkonferenz Teilgebiete
geoWK	Geowissenschaftliche Abwägungskriterien
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH
InfELSen	Informationssystem zur Analyse von Endlagersystemen
MA	Mindestanforderung(en)
planWK	Planungswissenschaftliche Abwägungskriterien
RA	Relevanzaspekt
rvSU	Repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
SGD	Staatliche Geologische Dienste
StandAG	Standortauswahlgesetz
TransPyREnd	Transportmodell in Python für Radionuklide aus einem Endlager
UKÖ	Unternehmenskommunikation und Öffentlichkeitsarbeit (Organisationseinheit BGE)
UR	Untersuchungsraum
VSG	Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben (Forschungsvorhaben)
vsU	Vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
WbB	Wirtsgesteinsbereich mit Barrierefunktion
wvSU	Weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 8

Glossar

Zusätzlich zu diesem Glossar sei auf das Glossar zum Standortauswahlverfahren verwiesen, das auf der Webseite der BGE einzusehen ist (<https://www.bge.de/de/endlagersuche/glossar/>). In der folgenden Liste finden sich einige Zusätze zum Glossar zum Standortauswahlverfahren, die nur für die vorliegende Veröffentlichung Gültigkeit haben. Diese sind durch den Vermerk „Zusatz“ gekennzeichnet.

Barrieren

Barrieren dienen dem sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle. Grundsätzlich wird zwischen geologischen, geotechnischen und technischen Barrieren unterschieden. Bei den geologischen bzw. geotechnischen und technischen Barrieren handelt es sich gemäß § 2 Nr. 7 und 8 StandAG um geologische bzw. technisch erstellte Einheiten, „die eine Ausbreitung von Radionukliden be- oder verhindern“. Nach § 2 Nr. 1 und 2 EndlSiAnfV wird ferner zwischen wesentlichen Barrieren, „auf denen der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle beruht“, und weiteren Barrieren, „die zusätzlich zu den wesentlichen Barrieren und im Zusammenwirken mit ihnen eine Ausbreitung von Radionukliden be- oder verhindern“, differenziert.

Bedeutung für die Sicherheit (generell und lokalspezifisch)

Generelle und lokalspezifische Bedeutung von Kriterien für die Sicherheit eines Endlagers dienen der Einstufung der Eignung eines rvSU-Kriteriums, Gebiete räumlich einzuengen. Dabei sagt die generelle Bedeutung aus, ob anhand eines Kriteriums allgemein zwischen Gebieten desselben Wirtsgesteinstyps sicherheitsgerichtet unterschieden werden kann. Die lokalspezifische Bedeutung hingegen gibt an, ob ein Kriterium für die räumliche Einengung eines spezifischen Gebiets geeignet ist (Kapitel 3.1.1).

Best Estimate-Ansatz

Die bestmögliche Annahme für einen Wert/eine Gegebenheit. Der Best Estimate beruht auf allen vorliegenden Daten und entspricht somit der realistischsten Einschätzung (BGE 2022b, S. 240).

Bewertungszeitraum

Der „Zeitraum, für den die Langzeitsicherheit des Endlagers zu prüfen und darzustellen ist“ (§ 2 Nr. 3 EndlSiAnfV). „Der Bewertungszeitraum beträgt eine Million Jahre ab dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers.“ (§ 3 Abs. 1 EndlSiAnfV)

Einengung von Gebieten in Phase I, Schritt 2

Reduzierung der Fläche und der Anzahl von Gebieten: Die Einengung von Gebieten bezieht sich in diesem Text sowohl auf die Verkleinerung eines Gebiets als auch auf die Reduzierung der Anzahl der verbleibenden Gebiete.

Einlagerungsbereich

„Der räumliche Bereich des Gebirges, in den die radioaktiven Abfälle eingelagert werden sollen; falls das Einschlussvermögen des Endlagersystems wesentlich auf technischen und geotechnischen Barrieren beruht, zählt hierzu auch der Bereich des Gebirges, der die Funktionsfähigkeit und den Erhalt dieser Barrieren gewährleistet.“ (§ 2 Nr. 10 StandAG)

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 9

Einschlusswirksamer Gebirgsbereich

„Der räumliche Bereich des Gebirges, der bei Endlagersystemen, die wesentlich auf geologischen Barrieren beruhen [siehe Endlagersystem Typ 1], im Zusammenwirken mit den technischen und geotechnischen Verschlüssen den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle in einem Endlager gewährleistet“ (§ 2 Nr. 9 StandAG).

Endlagersystem Typ 1 und Typ 2

Ein Endlagersystem bewirkt den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle durch das Zusammenwirken verschiedener Komponenten und umfasst das Endlagerbergwerk, die wesentlichen und weiteren Barrieren und die das Endlagerbergwerk und die Barrieren umgebenden oder überlagernden geologischen Schichten bis zur Erdoberfläche, sofern sie zur Sicherheit des Endlagers beitragen (vgl. § 2 Nr. 11 StandAG). Beim Endlagersystem Typ 1 bildet der einschlusswirksame Gebirgsbereich (ewG) die wesentliche Barriere, beim Endlagersystem Typ 2 bestehen die wesentlichen Barrieren aus technischen und geotechnischen Komponenten (BGE 2022a, 27 ff.).

Entwicklungen

„Die Entwicklungen des Endlagersystems beschreiben verschiedene [(zu erwartende, abweichende oder hypothetische)] Szenarien für die Zukunft des Endlagersystems [...]. Sie werden auf systematische Weise abgeleitet und bilden die Grundlage für die Bewertung der Langzeitsicherheit.“ (BGE 2022b, S. 459) *Zusatz:* In den rvSU werden nur zu erwartende und abweichende Entwicklungen betrachtet.

Erkundung

Die über- und untertägige Untersuchung des Untergrunds auf seine Eignung zur Einrichtung eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle. Die Erkundung erfolgt typischerweise mit geophysikalischen (z. B. Seismik) und hydrogeologischen Verfahren, Bohrungen oder auch Bergwerken. Vgl. § 2 Nr. 2 StandAG.

Erkundungsprogramme

„Die Gesamtheit der nach § 15 Absatz 4 und § 17 Absatz 4 für die über- und untertägige Erkundung vorzusehenden Maßnahmen, die dazu dienen, die standortbezogenen geowissenschaftlichen Daten zu ermitteln, die für die erneute Anwendung der geowissenschaftlichen Anforderungen und Kriterien und zur Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen jeweils erforderlich sind“. (§ 2 Nr. 17 StandAG).

Gebiete

Gemäß § 2 Nr. 6 StandAG bezeichnet der Begriff „sämtliche hinsichtlich ihrer Eignung als Endlagerstandort zu bewertenden räumlichen Bereiche innerhalb Deutschlands; ein Gebiet umfasst die übertägigen Flächen und die darunterliegenden untertägigen Gesteinsformationen“. *Zusatz:* Der Begriff „Gebiet“ ist also ein unbestimmter räumlicher Bereich und kann in diesem Text je nach Kontext für einen Untersuchungsraum (UR), ein Gebiet einer bestimmten Kategorie (z. B. ein in den rvSU definiertes Kategorie A-Gebiet) oder einen Teil eines dieser räumlichen Bereiche umfassen.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 10

- Gebiete der Kategorie A, B, C, D** In den repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (rvSU) werden die untersuchten und bewerteten Gebiete schrittweise in die Kategorien D bis A eingestuft. Hierbei sind Gebiete der Kategorie D als Endlagerstandort ungeeignet, Gebiete der Kategorie A am besten geeignet.
- Geogene Prozesse** „Geogene Prozesse sind solche Prozesse, die an einem möglichen Standort auch ohne ein Endlager ablaufen würden und durch das geologische Setting verursacht werden (z. B. Erosion, vulkanische Aktivität oder Meeresspiegeländerungen). Sie werden unterschieden von den technogenen Prozessen, die durch die verschiedenen baulichen Komponenten des Endlagers oder die radioaktiven Abfälle verursacht werden oder speziell in diesen ablaufen.“ (BGE 2022a, S. 35)
- Integrität** Nach § 2 Nr. 5 EndlSiAnfV „der Erhalt der für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle relevanten Eigenschaften der Barrieren des Endlagersystems“.
- Langzeitsicherheit** Nach § 2 Nr. 6 EndlSiAnfV „der dauerhafte Schutz des Menschen und, soweit es um den langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit geht, der Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung radioaktiver Abfälle“.
- Prüfschritt** Die Bewertung von Gebieten in den rvSU findet in vier aufeinander folgenden Prüfschritten statt, in denen Gebiete sukzessive in die Kategorien D bis A eingestuft werden (Kapitel 2.1).
- Radionuklid** „Ein instabiles Nuklid, das durch radioaktiven Zerfall in andere Nuklide übergeht.“ (BGE 2022b, S. 47 f.)
- Relevanzaspekte** Die in § 7 Abs. 4 Nr. 1 bis 3 EndlSiUntV aufgeführten Aspekte der Relevanz der Abwägungskriterien (Bedeutung für die Sicherheit, aktuelle Kenntnis, Potenzial für Erkenntnisgewinn).
- repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen** Gemäß § 27 Abs. 1 StandAG ist das wesentliche Ziel der rvSU zu beurteilen, inwieweit der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle unter Ausnutzung der geologischen Standortgegebenheiten erwartet werden kann. Die Inhalte der rvSU sind in der EndlSiAnfV in Verbindung mit der EndlSiUntV festgelegt. „Die Ergebnisse der rvSU bilden in der weiteren Bearbeitung des § 14 StandAG die Grundlage für die Erarbeitung standortbezogener Erkundungsprogramme, der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien und damit der Ermittlung günstiger Standortregionen.“ (BGE 2022a, S. 11)
- Robustheit** Nach § 2 Nr. 9 EndlSiAnfV beschreibt die Robustheit „die Unempfindlichkeit der Sicherheitsfunktionen des Endlagersystems und seiner Barrieren gegenüber inneren und äußeren Einflüssen und Störungen.“

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NAAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 11

rvSU-Kriterien

Die aus den Anforderungen von StandAG, EndlSiAnfV und EndlSiUntV abgeleiteten Kriterien, anhand derer Gebiete in den rvSU bewertet und letztlich räumlich eingeeignet werden. Alle in den rvSU zur Anwendung kommenden rvSU-Kriterien sind in wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkatalogen zusammengefasst.

Safety Case

Ein Safety Case, wörtlich mit *Sicherheitsargument* übersetzt, wird im Deutschen mit den Fachbegriffen Sicherheitsanalyse oder Sicherheitsbewertung beschrieben. Dabei handelt es sich um die Sammlung von Argumenten und Beweisen zur Demonstration der Sicherheit einer Anlage, wie zum Beispiel eines Endlagers (siehe auch BASE o. J.; IAEA 2012)

Sicherheitsanforderungen

Sicherheitsanforderungen sind die nach § 26 Abs. 3 StandAG „durch Rechtsverordnung zu erlassenden Bestimmungen, die festlegen, welches Sicherheitsniveau ein Endlager für hochradioaktive Abfälle in tiefen geologischen Formationen zur Erfüllung der atomrechtlichen Anforderungen einzuhalten hat“ (§ 2 Nr. 15 StandAG). „Die festzulegenden Anforderungen umfassen insbesondere: 1. Anforderungen an den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung; 2. Anforderungen an die Rückholbarkeit und zur Ermöglichung einer Bergung; 3. Anforderungen zum Sicherheitskonzept des Endlagers für die Betriebs- und die Nachverschlussphase einschließlich dessen schrittweiser Optimierung.“ (§ 26 Abs. 3 Nr. 1 bis 3 StandAG).

Sicherheitsreserve

Ein „Zuschlag“ zu einer Anforderung, der die Robustheit der Bewertung der Sicherheit des Endlagersystems erhöht.

Standortregionen

„Die nach § 14 [StandAG] zu ermittelnden Gebiete, die innerhalb der Teilgebiete liegen und die für die übertägige Erkundung zur Ermittlung der in diesen Regionen liegenden möglicherweise geeigneten Endlagerstandorte in Betracht kommen“. (§ 2 Nr. 19 StandAG). Zusatz: Standortregionen werden in Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens ermittelt.

Teilgebiete

„Die nach § 13 [StandAG] zu ermittelnden Gebiete, die günstige geologische Voraussetzungen für die sichere Endlagerung hochradioaktiver Abfälle erwarten lassen“ (§ 2 Nr. 18 StandAG). Zusatz: Teilgebiete sind die in Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens durch Anwendung der Ausschlusskriterien (AK), Mindestanforderungen (MA) und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (geoWK) ermittelten Gebiete.

Untersuchungsraum

Untersuchungsräume sind nach § 3 Abs. 1 EndlSiUntV diejenigen räumlichen Bereiche, die zur Bewertung als möglicher Endlagerstandort vorgesehen sind. Die Untersuchungsräume sind in den rvSU basierend auf den ermittelten Teilgebieten auszuweisen. In den rvSU entspricht ein Untersuchungsraum einem Teilgebiet (BGE 2022a, S. 32).

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 12

verbalargumentativ

Im Rahmen der Ermittlung der Standortregionen werden bei der verbalargumentativen Vorgehensweise qualitative, semi-quantitative und quantitative Bewertungen aggregiert, inhaltliche Verknüpfungen hergestellt und logische Schlussfolgerungen gezogen, um zu einer Bewertung eines Sachverhalts zu kommen. Die verbalargumentative Abwägung ist damit von rein quantitativen Modellrechnungen abgegrenzt.

Wirtsgesteinsbereich mit Barrierefunktion

„Bis zum Zeitpunkt der konkreten räumlichen Festlegung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (ewG) in einem Untersuchungsraum [...] wird der Wirtsgesteinsbereich, der den ewG aufnehmen kann, als Wirtsgesteinsbereich mit Barrierefunktion (WbB) bezeichnet. Innerhalb eines WbB kann theoretisch überall ein ewG platziert werden.“

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 13

Kurzzusammenfassung

Bei der Ermittlung der Standortregionen für die übertägige Erkundung ist eine begründete räumliche Einengung der Teilgebiete, die aktuell ca. 54 % der Landesfläche Deutschlands abdecken, eine zentrale Herausforderung. Das methodische Vorgehen bei der räumlichen Einengung, das die gesetzlichen Vorgaben konkretisiert und in ein nachvollziehbares Bewertungssystem überführt, ist Gegenstand der vorliegenden Unterlage. Dabei werden einzelne methodische Inhalte aus vorangegangenen Veröffentlichungen präzisiert und weiterentwickelt. Hierbei fließen auch zu vorherigen Veröffentlichungen erhaltene Rückmeldungen mit ein.

Das Vorgehen zur Ermittlung der Standortregionen umfasst die drei für die Ermittlung der Standortregionen vorgegebenen Werkzeuge des Standortauswahlgesetzes: die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (rvSU), die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (geoWK) und ggf. die planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien (planWK). In den rvSU werden Gebiete hinsichtlich ihrer Sicherheit und Robustheit bewertet und sukzessive in vier Kategorien eingestuft, die Abstufungen in der Eignung der Gebiete widerspiegeln. Für die Bewertung der Gebiete in den rvSU werden sicherheitsrelevante rvSU-Kriterien aus den gesetzlichen Vorgaben abgeleitet. Die aus den rvSU hervorgehenden, unter Sicherheitsaspekten bestgeeigneten Gebiete, sogenannte Kategorie A-Gebiete, werden im Anschluss an die rvSU mittels der geoWK bewertet. Dadurch werden die im Rahmen der rvSU gewonnenen Ergebnisse durch erneute Anwendung der gesetzlich festgelegten Kriterien abgesichert. Die verbleibenden Kategorie A-Gebiete eines Wirtsgesteinstyps werden auf Grundlage der Ergebnisse von rvSU und geoWK miteinander verglichen, um die Anzahl der Gebiete sofern möglich weiter zu reduzieren. Die verbleibenden Gebiete werden als potenzielle Standortregionen bezeichnet; sie sind unter Sicherheitsaspekten gleichwertig. Ausschließlich auf diese potenziellen Standortregionen können die planWK angewendet werden, sofern die potenziellen Standortregionen bezüglich ihrer Anzahl und/oder Größe weiter eingengt werden sollen.

Für jede ermittelte Standortregion wird ein standortbezogenes Erkundungsprogramm erarbeitet, das darstellt, wie die übertägige Erkundung der jeweiligen Standortregion in Phase II des Verfahrens erfolgen soll. Gebiete, die aufgrund einer mangelhaften Datenlage nicht bewertet werden können, werden als Gebiete ohne hinreichende Informationen ausgewiesen, für die eine Empfehlung zum weiteren Umgang ausgearbeitet wird. Darüber hinaus wird dargelegt, wie die Ergebnisse aus der Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Ermittlung der Standortregionen von der BGE berücksichtigt wurden.

Mit der veröffentlichten Methodik zur Ermittlung der Standortregionen aus den Teilgebieten werden wichtige Weichen für die Ausgestaltung des Standortauswahlverfahrens in Schritt 2 der Phase I gestellt. Diese Veröffentlichung soll als Basis für Diskussionen mit der (Fach-)Öffentlichkeit sowie weiteren Verfahrensbeteiligten dienen und kann im weiteren Fortschritt des Verfahrens weiterentwickelt werden.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 14

1 Einleitung

1.1 Das Standortauswahlverfahren

Die Suche und Auswahl eines Standorts für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen richtet sich in Deutschland nach dem Standortauswahlgesetz (StandAG). Darin wurde vom Gesetzgeber festgelegt, wie das Standortauswahlverfahren durchgeführt wird und welche Aufgaben die verschiedenen Beteiligten des Verfahrens darin übernehmen. Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) ist Vorhabenträgerin für das Standortauswahlverfahren, seit ihr im April 2017 die Aufgabe der Einrichtung eines Endlagers vom Bund übertragen wurde. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) ist Gesellschafterin der BGE und trägt die politische Gesamtverantwortung für das Verfahren. Das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) ist Kontroll- und Aufsichtsbehörde beim Standortauswahlverfahren, berät die BGE im Zuge ihrer Arbeiten, prüft deren Arbeitsergebnisse und ist außerdem für die Beteiligung der Öffentlichkeit am Standortauswahlverfahren verantwortlich.¹

Das Standortauswahlverfahren ist ein gestuftes Verfahren (Abbildung 1), das sich in drei Phasen gliedert: Phase I gilt der Ermittlung von Teilgebieten (Schritt 1) und anschließend von Standortregionen für die übertägige Erkundung (Schritt 2).² In Phase II findet die übertägige Erkundung statt, auf deren Grundlage ein Vorschlag für Standorte zur untertägigen Erkundung erarbeitet wird. Auf Grundlage der Ergebnisse der untertägigen Erkundung wird in Phase III des Standortauswahlverfahrens der Standortvorschlag erarbeitet. In den drei Phasen wird so nach und nach eine Einengung auf den „Standort mit der bestmöglichen Sicherheit“ vorgenommen.³ Neben der Darlegung der Sicherheit potenziell für die Endlagerung geeigneter Gebiete kommt daher dem Vergleich von Gebieten im Verfahren eine große Rolle zu. Die Ergebnisse jeder Phase und die daraus resultierenden Festlegungen durch den Gesetzgeber hinsichtlich der im Verfahren verbleibenden Gebiete bestimmen den konkreten Arbeitsumfang der darauf folgenden Phase.

Der offizielle Start des Standortauswahlverfahrens erfolgte am 5. September 2017 in Berlin. Gut drei Jahre später wurde mit der Veröffentlichung des Zwischenberichts Teilgebiete (BGE 2020g) durch die BGE Schritt 1 der Phase I abgeschlossen. Der Zwischenbericht Teilgebiete beschreibt die Ergebnisse der Arbeiten in Schritt 1 des Verfahrens und war Grundlage für die Öffentlichkeitsbeteili-

¹ Das BASE überwacht gemäß § 4 Abs. 1 Nr. 3 StandAG „den Vollzug des Standortauswahlverfahrens entsprechend § 19 Absatz 1 bis 4 des Atomgesetzes“ (AtG). Mehr Informationen zu den verschiedenen Verfahrensbeteiligten im Standortauswahlverfahren finden sich z. B. auf den Webseiten der BGE (<https://www.bge.de/de/>), des BMUV (<https://www.bmuv.de/themen/nukleare-sicherheit/endlagerprojekte/ueberblick-endlagerprojekte>), des BASE (https://www.base.bund.de/DE/home/home_node.html) sowie des Nationalen Begleitgremiums (NBG), das das Verfahren unabhängig und vermittelnd begleitet (https://www.nationales-begleitgremium.de/DE/Home/home_node.html).

² Die Ermittlung von Teilgebieten in Schritt 1 der Phase I fand auf Grundlage von § 13 StandAG statt. Die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung in Schritt 2 der Phase I erfolgt nun auf Basis von § 14 StandAG. Die übertägige Erkundung und der Vorschlag für untertägige Erkundung (Phase II) sowie die untertägige Erkundung selbst (Phase III) sind in § 16 StandAG bzw. § 18 StandAG geregelt.

³ Die Ermittlung des Standorts „mit der bestmöglichen Sicherheit“ erfolgt gemäß § 1 Abs. 2 Satz 1 StandAG.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 15

gung, z. B. im Rahmen der Fachkonferenz Teilgebiete (FKTG). Auf Basis der mit dem Zwischenbericht veröffentlichten Teilgebiete, „die günstige geologische Voraussetzungen für die sichere Endlagerung hochradioaktiver Abfälle erwarten lassen“⁴, ermittelt die BGE derzeit in Schritt 2 der Phase I Standortregionen für die übertägige Erkundung. Hierzu sind nach § 14 StandAG zunächst die rvSU durchzuführen und anschließend die geoWK anzuwenden. Nachfolgend können ggf. planWK für eine weitere Einengung von verbleibenden Gebieten, die unter Sicherheitsaspekten gleichwertig sind, erforderlich werden. Der Standortregionenvorschlag nebst Begründung und Ergebnissen der Öffentlichkeitsbeteiligung wird dem BASE vorgelegt. Zusätzlich werden für die vorgeschlagenen Standortregionen die für Phase II geplanten standortbezogenen Erkundungsprogramme übermittelt.

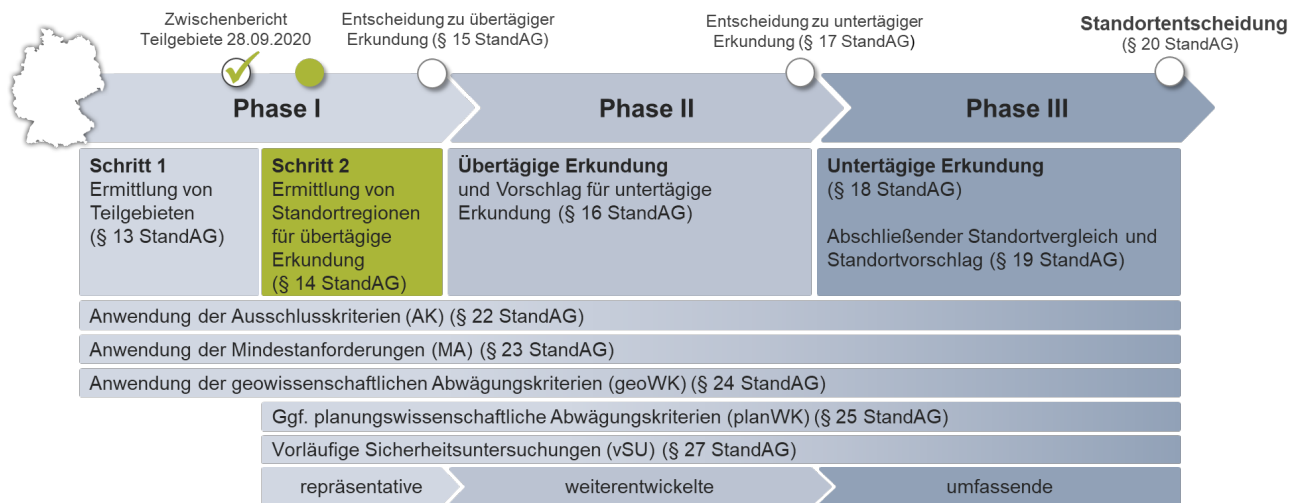


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens. Das Verfahren gliedert sich in drei Phasen. Phase I besteht aus zwei Schritten, der bereits abgeschlossenen Ermittlung von Teilgebieten sowie der Ermittlung von Standortregionen für übertägige Erkundung, dem derzeitigen Verfahrensschritt. In Phase II findet die übertägige Erkundung statt. Ziel von Phase II ist, einen Vorschlag für die in Phase III übertägig zu erkundenden Standorte zu erarbeiten.

1.2 Gegenstand und Zielsetzung der Veröffentlichung

Zentrale Herausforderung bei der Ermittlung der Standortregionen ist die begründete räumliche Einengung⁵ der Teilgebiete, die ca. 54 % der Landesfläche Deutschlands abdecken, hin zu Standortregionen, in denen in Phase II die standortbezogenen Erkundungsprogramme sowie die weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (wvSU) unter den zeitlichen Rahmenbedingungen des Gesamtverfahrens umsetzbar sind. Ziel dieser Veröffentlichung ist es, das Vorgehen zur Ermittlung der Standortregionen aus den Teilgebieten in den Gesamtzusammenhang von § 14 StandAG zu stellen und die übergeordnete Methodik zur Durchführung der Arbeiten in Schritt 2 der Phase I, die Grundlage für die Ermittlung von Standortregionen ist, in ihrer Gesamtheit darzustellen.

⁴ Begriffsbestimmung Teilgebiete gemäß § 2 Nr. 18 StandAG.

⁵ Der Begriff „Einengung“ bezieht sich hier und im Folgenden sowohl auf die Reduzierung der Fläche eines Gebiets, also dessen Verkleinerung, als auch auf die Reduzierung der Anzahl der Gebiete insgesamt.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 16

Dieser Veröffentlichung vorangegangen waren Veröffentlichungen zu wesentlichen Teilaspekten der Methodik, wie das im März 2022 von der BGE vorgestellte Konzept inkl. detaillierter Methodenbeschreibung zur Durchführung der rvSU (BGE 2022a, 2022b) oder der Anwendung der planWK (BGE 2022f). Das zuvor veröffentlichte rvSU-Konzept (BGE 2022a) setzt die rvSU in den Kontext der regulatorischen Vorgaben aus StandAG, Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnfV) und insbesondere Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndlSiUntV). Der Fokus der vorliegenden Veröffentlichung liegt auf der Beschreibung der Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte, die zur Einengung der Teilgebiete hin zu Standortregionen führen. Des Weiteren werden in dieser Veröffentlichung Erkenntnisse aus den Rückmeldungen durch Öffentlichkeitsbeteiligung und Stellungnahmen berücksichtigt, die die BGE zu den vorherigen Veröffentlichungen erhaltenen hat. Für die Durchführung der rvSU wurden einzelne methodische Inhalte gegenüber dem ursprünglich veröffentlichten Konzept (BGE 2022a) präzisiert und weiterentwickelt.⁶

Die hier veröffentlichten methodischen Ausarbeitungen der gesetzlichen Vorgaben⁷ werden dadurch erforderlich, dass diese Vorgaben zwar einen klaren Rahmen für die Durchführung des Verfahrens liefern, das konkrete Vorgehen im Einzelnen jedoch offenbleibt. Es fehlen also detaillierte Vorgaben bzw. konkrete Regeln zur räumlichen Einengung der Teilgebiete unter Berücksichtigung der bestehenden Datenlage. Die grundlegende Ausarbeitung dieser methodischen und fachlichen Details und damit die konkrete Ausgestaltung der gesetzlichen Vorgaben ist Aufgabe der BGE.

Im Sinne des lernenden und transparenten Verfahrens soll diese Veröffentlichung zum übergeordneten Vorgehen bei der Ermittlung der Standortregionen für die übertägige Erkundung als Grundlage für methodische und fachliche Diskussionen mit allen Beteiligten des Standortauswahlverfahrens dienen. Damit stellt die hier vorgestellte Methodik einen Arbeitsstand dar, der auf Basis von zukünftigen Diskussionen und von im Laufe der Arbeiten gesammelten Erkenntnissen weiterentwickelt werden kann. Entsprechend werden weiterführende methodische, regulatorische sowie fachliche Inhalte zum Vorgehen anlassbezogen in zukünftigen, themenspezifischen Veröffentlichungen dargelegt. Gleichmaßen werden keine Arbeitsstände zur Bearbeitung oder Bewertung einzelner Teilgebiete präsentiert.

Im Folgenden wird das übergeordnete Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen zunächst knapp dargelegt, um einen ersten Überblick über Inhalt und Ablauf der Arbeiten zu geben (Kapitel 2). Details zur Methodik der verschiedenen Arbeitsschritte finden sich in den Kapiteln 3 bis 9. Abschließend werden im Ausblick einige weiterführende Fragestellungen, die sich aus dieser Veröffentlichung ergeben, adressiert (Kapitel 10).

⁶ Beispielsweise wurde im ursprünglichen Konzept (BGE 2022a, 2022b) die Methodik des Prüfschritts 4 (Kapitel 3.2.4) noch nicht beschrieben.

⁷ Die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung aus den Teilgebieten durch die BGE ist in § 14 StandAG geregelt. In diesem Zusammenhang relevant sind auch die §§ 24 (geoWK), 25 (planWK) sowie 26 und 27 (Sicherheitsanforderungen und vSU) StandAG. Spezielle Anforderungen und Vorgaben zum Ablauf und zur Durchführung der vSU finden sich außerdem in der EndlSiAnfV und der EndlSiUntV.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 17

2 Allgemeine Beschreibung des Vorgehens zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Nachdem in Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens Teilgebiete ausgewiesen wurden (BGE 2020g), werden auf Grundlage dieser Teilgebiete in Schritt 2 der Phase I Standortregionen für die übertägige Erkundung ermittelt (Abbildung 2). Dabei kommen für die Bewertung und Einengung der Gebiete drei zentrale Werkzeuge aufeinanderfolgend zum Einsatz:⁸

1. rvSU,
2. geoWK sowie
3. ggf. planWK.

Bei der Erarbeitung von Arbeitsständen sowie für Endergebnisse erfolgt eine systematische Qualitätsprüfung, um stets die fachliche sowie formelle Qualität der Arbeiten der BGE im Bereich Standortauswahl sicherzustellen. Zu den Qualitätssicherungsmaßnahmen gehören interne sowie externe Begutachtungen, deren Anwendung und Ablauf prozessual geregelt ist.⁹

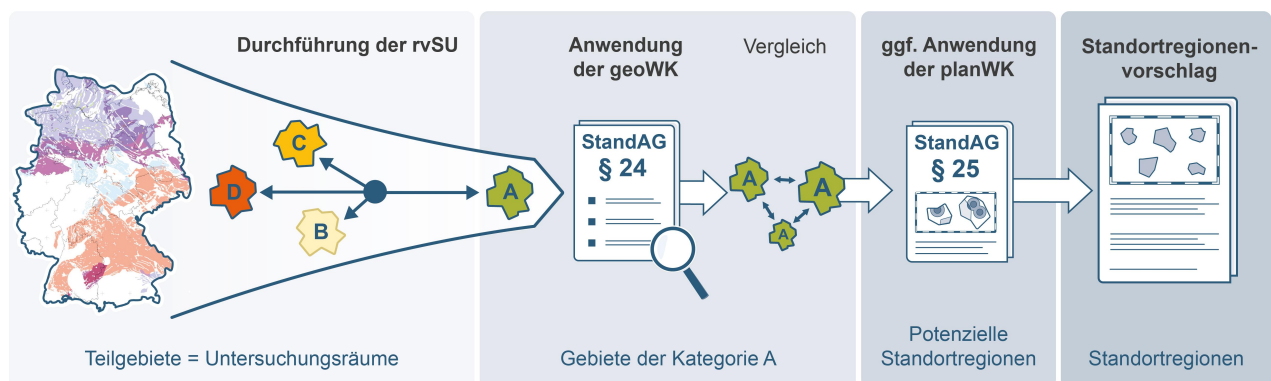


Abbildung 2: Übergeordnetes Vorgehen bei der Ermittlung der Standortregionen für die übertägige Erkundung.

Ausgehend von den in Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens ermittelten Teilgebieten werden in den rvSU in Schritt 2 Gebiete sukzessive in die Kategorien D bis A eingestuft. Dabei gehen Gebiete der Kategorie A als Ergebnis der rvSU hervor und stellen die unter Sicherheitsaspekten günstigsten Gebiete dar. Auf die Kategorie A-Gebiete werden nach Abschluss der rvSU die geoWK angewendet, bevor sie – auf Grundlage der Ergebnisse von rvSU und geoWK – miteinander verglichen werden, um potenzielle Standortregionen zu ermitteln. Auf diese potenziellen Standortregionen werden ggf. die planWK angewendet. Finales Ergebnis ist der Standortregionenvorschlag, der an das BASE übermittelt wird.

⁸ Dass diese drei „Werkzeuge“ bei der Ermittlung der Standortregionen zum Einsatz kommen sollen, geht aus § 14 StandAG hervor.

⁹ Die BGE hat Einzelheiten zu den Qualitätssicherungsmaßnahmen im Bereich Standortauswahl veröffentlicht (siehe BGE 2022h).

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 18

2.1 Durchführung der rvSU

Für jeden Untersuchungsraum (UR), der jeweils eins der in Schritt 1 ermittelten Teilgebiete räumlich abdeckt, wird eine rvSU durchgeführt.¹⁰ In den rvSU wird ein Gebiet hinsichtlich der zu erwartenden Qualität des erreichbaren Einschlusses der radioaktiven Abfälle sowie der Robustheit des Endlagersystems bewertet. Ein weiteres Ziel der rvSU ist die Einengung der Gebiete anhand von sicherheitsrelevanten Kriterien, die auch eine Fokussierung der Untersuchungen auf die günstigsten Gebiete in einem UR beinhaltet. Die Einengung geschieht in vier Prüfschritten, in denen der Detaillierungsgrad der Untersuchungen und Bewertungen sukzessive erhöht wird. Gleichzeitig werden mit den Prüfschritten Gebiete innerhalb eines UR schrittweise in die Kategorien D bis A eingestuft (Abbildung 3), wobei Gebiete der Kategorie D ungeeignet sind und Gebiete der Kategorie A die unter Sicherheitsaspekten günstigsten Gebiete darstellen. Die verschiedenen Kategorien entsprechen somit Abstufungen der Eignung der Gebiete für die Endlagerung.

Die Bewertung der Gebiete im Rahmen der rvSU folgt einem kriterienbasierten Ansatz (Kapitel 3.1), der der nachvollziehbaren Durchführung der rvSU dient. Von der BGE werden, abgeleitet aus dem StandAG und den zugehörigen Verordnungen (EndlSiAnfV; EndlSiUntV), Kriterien definiert, anhand derer die rvSU durchgeführt werden. Die rvSU-Kriterien sind überwiegend wirtsgesteinsspezifisch definiert, um den Erfordernissen bei der Bewertung der unterschiedlichen Wirtsgesteine¹¹ gerecht zu werden. Um die Vergleichbarkeit der Bewertungen zu gewährleisten, werden in allen UR desselben Wirtsgesteinstyps je Prüfschritt dieselben rvSU-Kriterien zugrunde gelegt. In den vier Prüfschritten der rvSU kommen folgende rvSU-Kriterien zum Einsatz:

1. In Prüfschritt 1 werden zielgerichtet Ausschlusskriterien (AK) und Mindestanforderungen (MA) des StandAG¹² als rvSU-Kriterien angewendet. Bei der zielgerichteten Anwendung von AK und MA findet keine flächendeckende Prüfung aller AK und MA statt: soweit feststeht, dass mindestens ein AK erfüllt oder mindestens eine MA nicht erfüllt wird, führt dies zu einer Einstufung des betreffenden Bereichs in die Kategorie D. Übrige Bereiche werden in Prüfschritt 2 weiter untersucht (Abbildung 3, Kapitel 3.2.1).

¹⁰ „Gegenstand der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 14 Absatz 1, § 16 Absatz 1 und § 18 Absatz 1 [StandAG] ist die Bewertung, inwieweit der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle unter Ausnutzung der geologischen Standortgegebenheiten erwartet werden kann“ (§ 27 Abs. 1 StandAG). Gemäß § 3 EndlSiUntV sind zu Beginn der rvSU für jedes zuvor in Schritt 1 ermittelte Teilgebiet UR auszuweisen. Diese sind nach § 3 Abs. 1 EndlSiUntV „diejenigen räumlichen Bereiche, die zur Bewertung als möglicher Endlagerstandort vorgesehen sind“. Gemäß dem methodischen Ansatz der BGE sind die UR mit den Teilgebieten deckungsgleich. Für jeden UR ist nach § 3 Abs. 4 EndlSiUntV eine rvSU durchzuführen.

¹¹ Die im Rahmen des Standortauswahlverfahrens zu betrachtenden Wirtsgesteine sind Steinsalz (in steiler und stratiformer Lagerung), Tongestein und Kristallingestein (vgl. § 1 Abs. 3 StandAG).

¹² Laut den §§ 22 und 23 StandAG ist ein Gebiet nicht als Endlagerstandort geeignet, wenn eines der AK (§ 22 StandAG) zutrifft oder wenn die MA (§ 23 StandAG) nicht erfüllt sind. Durch eine weiterentwickelte Methodik, das Hinzuziehen weiterer Informationen oder weiterführende Analysen können Gebiete anhand der MA und AK im Verlauf des Verfahrens ggf. präziser bewertet werden.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 19

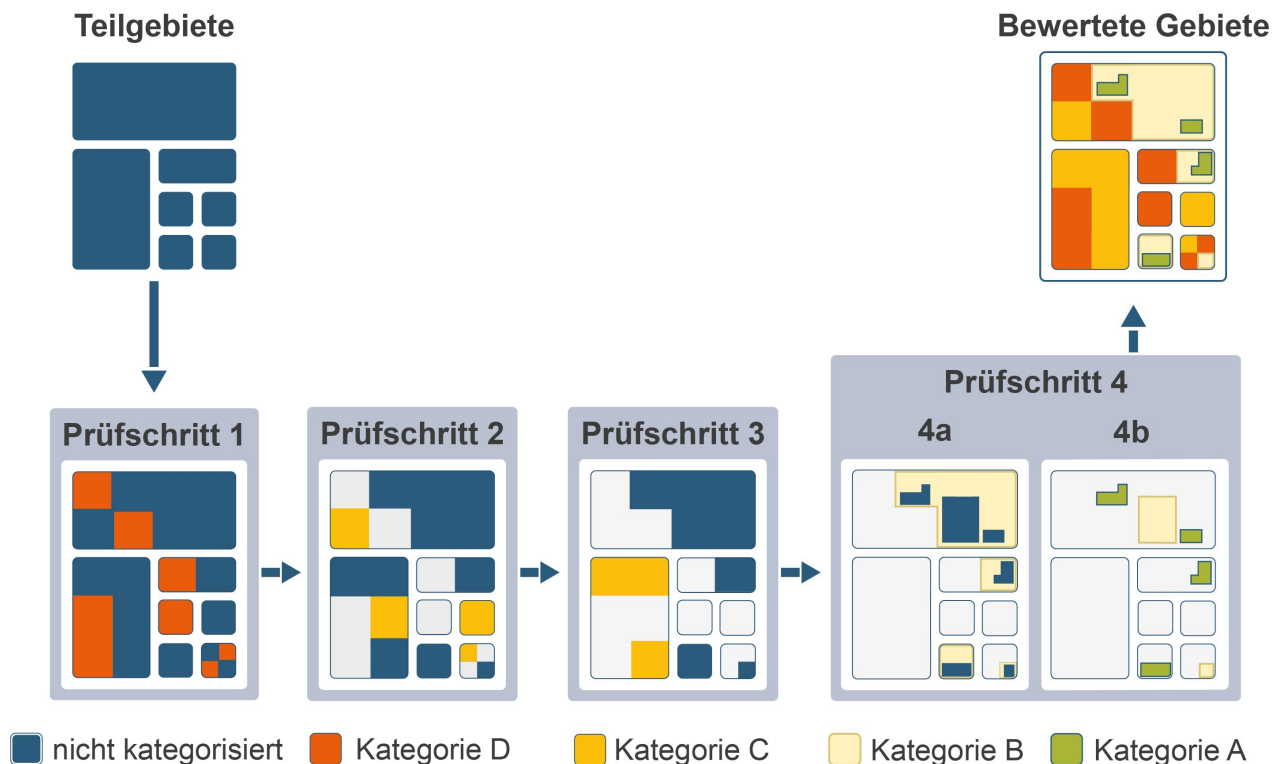


Abbildung 3: *Prüfschritte innerhalb der rvSU. Die in Phase I Schritt 1 des Standortauswahlverfahrens ermittelten Teilgebiete (entsprechen in den rvSU den UR) werden im Rahmen von vier Prüfschritten (der Zielgerichteten Anwendung der AK und MA in Prüfschritt 1, der Qualitativen bzw. Quantitativen Bewertung des sicheren Einschusses in Prüfschritt 2 und 3 sowie des Sicherheitsgerichteten Diskurses in Prüfschritt 4) anhand ihrer Eignung für die Endlagerung in Gebiete der Kategorien D bis A untergliedert und somit sukzessive eingeeengt. Der jeweils nächste Prüfschritt bewertet immer nur den nach dem vorhergehenden Prüfschritt verbleibenden (blau markierten) Teil des jeweils betrachteten Gebiets. Die in einem vorherigen Prüfschritt bereits kategorisierten Gebiete sind in Weiß dargestellt. Die unter Sicherheitsaspekten günstigsten Gebiete gehen aus Teilprüfschritt 4b als Kategorie A-Gebiete hervor und werden im Anschluss anhand der geoWK bewertet.*

- In Prüfschritt 2, der Qualitativen Bewertung des sicheren Einschusses, wird qualitativ beurteilt, ob ein Gebiet überwiegend gut geeignet ist, um den sicheren Einschuss der radioaktiven Abfälle zu gewährleisten. Hier finden sich zum einen rvSU-Kriterien, die inhaltlich aus den geoWK abgeleitet wurden¹³, und zum anderen zusätzliche wirtsgesteinspezifisch bedeutsame rvSU-Kriterien (Kapitel 3.2.2). Gebiete, die Prüfschritt 2 standhalten, werden in Prüfschritt 3 weiter untersucht. Gebiete, die Prüfschritt 2 nicht bestehen, werden in Kategorie C eingestuft.

¹³ Die geoWK sind breit aufgestellte sicherheitsgerichtete Kriterien, die in den Anlagen 1 bis 11 (zu § 24) StandAG festgelegt sind. Die rvSU-Kriterien für Prüfschritt 2 werden aus den geoWK der Anlagen 1 bis 4 (zu § 24 Abs. 3) StandAG abgeleitet, wobei deren Anwendung innerhalb der rvSU durch die Vorgaben der EndSiUntV begründet ist.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 20

- In Prüfschritt 3, der Quantitativen Bewertung des sicheren Einschlusses, wird gezielt geprüft, ob die regulatorisch vorgegebenen Grenzwerte zum Massen- und Stoffmengenausstrag eingehalten werden können (Kapitel 3.2.3).¹⁴ Ein Nichtbestehen von Prüfschritt 3 führt, genau wie in Prüfschritt 2, zur Einstufung eines Gebiets in Kategorie C (Abbildung 3).
- In Prüfschritt 4, dem Sicherheitsgerichteten Diskurs, wird schließlich anhand einer Reihe thematisch abdeckender rvSU-Kriterien zwischen Gebieten der Kategorien B und A unterschieden (Abbildung 3). Prüfschritt 4 ist hierbei zweigeteilt in Teilprüfschritt 4a, der Räumlichen Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten und Teilprüfschritt 4b, der Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete (Kapitel 3.2.4). In Kategorie A werden nur solche Gebiete eingestuft, die sich auf Grundlage der rvSU nicht weiter einengen lassen.

Spätestens mit der Einstufung eines Gebiets in eine Kategorie erfolgt eine systematische Dokumentation der Ergebnisse aller angewendeten rvSU-Kriterien, um sicherzustellen, dass innerhalb eines Gebiets der Kategorie A alle rvSU-Kriterien der vorherigen Prüfschritte bewertet wurden. Die formale Einstufung aller Gebiete innerhalb eines UR in die Kategorien D bis A wird durch die Umfassende Bewertung des Endlagersystems¹⁵ vorgenommen (Abbildung 4; Kapitel 3.3). Dort werden die Ergebnisse aller Prüfschritte für jeden UR zu einer Gesamtbewertung synthetisiert, die der Dokumentation und nachvollziehbaren Darstellung der Ergebnisse dient.

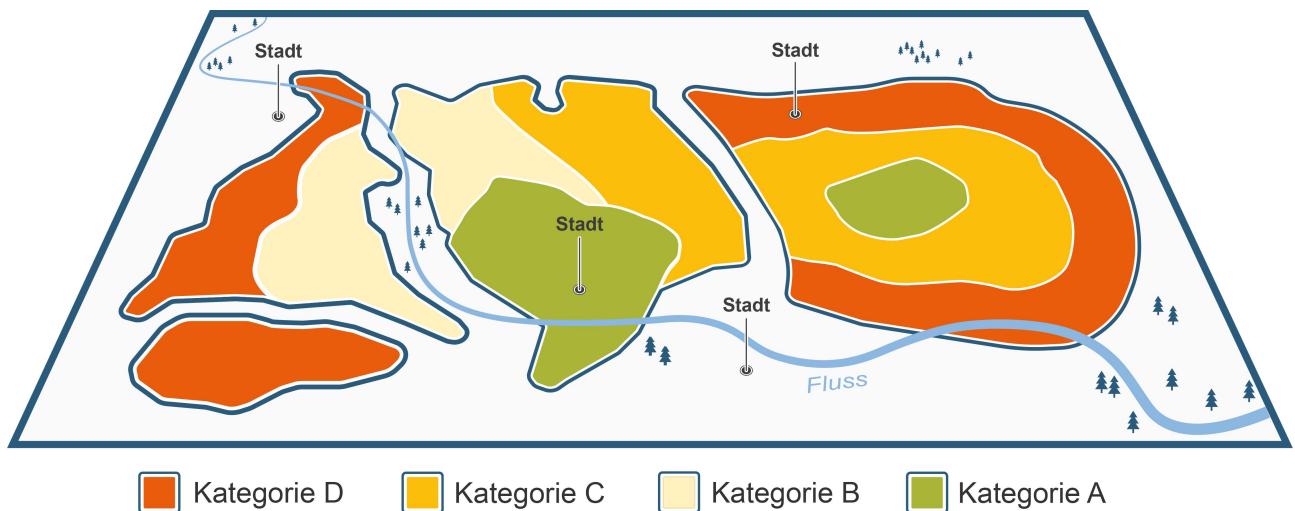


Abbildung 4: *Beispielhafte zusammenfassende kartografische Darstellung von Gebieten der Kategorien D bis A in einem fiktiven UR. Im Zuge der Prüfschritte 1 bis 4 einer rvSU findet eine räumlich differenzierte sicherheitsgerichtete Bewertung eines UR und damit einhergehend eine Einstufung von Gebieten in unterschiedliche Kategorien statt. Gebiete der Kategorie A repräsentieren dabei die jeweils bestgeeigneten Gebiete innerhalb eines UR.*

¹⁴ Der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle ist eine grundlegende Anforderung an die Sicherheit eines Endlagers und daher in der EndSiAnfV geregelt. In § 4 Abs. 5 EndSiAnfV finden sich Grenzwerte für den zulässigen Massen- und Stoffmengenausstrag, die gemäß § 7 Abs. 6 Nr. 3 f) EndSiUntV bereits in den rvSU zu überprüfen sind.

¹⁵ Die Umfassende Bewertung des Endlagersystems ist ein in § 10 EndSiUntV geregelter Arbeitsschritt der rvSU.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 21

2.2 Erneute Anwendung der geoWK

Die geoWK werden auf die im Rahmen der rvSU ermittelten Kategorie A-Gebiete angewendet (Abbildung 2, Kapitel 4). Diese stellen die Gebiete mit der bestmöglichen Sicherheit als Ergebnis der Analysen und Bewertungen der rvSU dar. Die erneute Anwendung der geoWK kann auf die in den rvSU ermittelten Kategorie A-Gebiete beschränkt werden, weil für die in die Kategorien D, C oder B eingestuft Gebiete ausgeschlossen werden kann, dass allein aufgrund der Anwendung der geoWK eine Eignung für einen Standort mit der bestmöglichen Sicherheit festgestellt wird.

Die erneute Anwendung der geoWK findet vergleichbar mit der Methodik aus Schritt 1 der Phase I statt, bei der die geoWK zur Ermittlung von Teilgebieten aus den identifizierten Gebieten dienen.¹⁶ Ziel der Anwendung der geoWK in Schritt 2 der Phase I ist es, die geologische Gesamtsituation zu bewerten und damit zu einer Reduzierung der Anzahl der Kategorie A-Gebiete hin zu den Standortregionen beizutragen. Die erneute Anwendung der geoWK soll so in erster Linie die im Rahmen der rvSU gewonnenen Ergebnisse durch erneute Anwendung der gesetzlich festgelegten Kriterien absichern. Dabei werden die gesetzlich vorgegebenen geoWK anhand der im StandAG definierten Wertungsgruppen¹⁷ systematisch bewertet und anhand einer verbalargumentativen Abwägung zu einem Gesamturteil aggregiert. Anders als in Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens (Ermittlung der Teilgebiete) stehen in Schritt 2 der Phase I zahlreiche Ergebnisse aus den rvSU für die Anwendung der geoWK zur Verfügung und werden in der Abwägung entsprechend berücksichtigt. Auch die Referenzdatensätze werden gegenüber Schritt 1 weiterentwickelt (BGE 2020b).

2.3 Vergleich der Kategorie A-Gebiete

Im Anschluss an die Durchführung der rvSU sowie an die Anwendung der geoWK werden die Gebiete der Kategorie A aller UR anhand der Ergebnisse der rvSU und der geoWK miteinander verglichen (Abbildung 2, Kapitel 5). Dieser UR-übergreifende Vergleich der Kategorie A-Gebiete wird voraussichtlich wirtsgesteinspezifisch erfolgen, wobei die Möglichkeit eines wirtsgesteinsübergreifenden Vergleichs bewusst offengehalten wird. Durch den UR-übergreifenden Vergleich werden im Ergebnis aus den Kategorie A-Gebieten diejenigen mit der bestmöglichen Sicherheit ermittelt und als potenzielle Standortregionen bezeichnet. Dadurch wird die Anzahl der Kategorie A-Gebiete, sofern möglich, weiter reduziert. Mit dem UR-übergreifenden Vergleich der Kategorie A-Gebiete ist die sicherheitsgerichtete Einengung der Gebiete abgeschlossen.

¹⁶ Neben dem Zwischenbericht Teilgebiete selbst (BGE 2020g) wurden noch eine untersetzende Unterlage zur Anwendung der geoWK (BGE 2020k) sowie eine Arbeitshilfe (BGE 2020a) veröffentlicht.

¹⁷ Die geoWK sind in den Anlagen 1 bis 11 (zu § 24) StandAG festgelegt. Die Wertungsgruppen unterscheiden sich für die verschiedenen Kriterien, in der Regel ist aber jeweils eine Einstufung in die drei Wertungsgruppen günstig, bedingt günstig und weniger günstig/ungünstig vorzunehmen.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 22

2.4 Optionale Anwendung der planWK

Die planWK umfassen elf gesetzlich festgelegte Kriterien, die einen Teil der Nutzungsansprüche der Gesellschaft für ein Gebiet abbilden.¹⁸ Beispielsweise fallen darunter bedeutende Kulturgüter oder oberflächennahe Grundwasservorkommen zur Trinkwassergewinnung. Die planWK zeichnen sich dadurch aus, dass bei ihrer Anwendung keine weiteren Sicherheitsbewertungen stattfinden.

Im Gegensatz zur Durchführung von rvSU und Anwendung von geoWK, die für die Ermittlung der Standortregionen zwingend stattfinden müssen, erfolgt die Anwendung der planWK nur unter bestimmten Voraussetzungen (Kapitel 6). Dafür sind gesetzlich zwei Anwendungsfälle festgelegt, die Verkleinerung von großen Gebieten und der Vergleich zwischen Gebieten. Während durch die Verkleinerung eine Reduzierung der Größe einer potenziellen Standortregion erreicht werden soll, kann über einen Vergleich zwischen Gebieten die Anzahl der potenziellen Standortregionen weiter verringert werden. Voraussetzung für die Anwendung der planWK in Schritt 2 der Phase I ist grundsätzlich, dass eine weitere Verkleinerung von Gebieten oder eine weitere Auswahl erforderlich, aber nicht mehr durch eine Abwägung in den rvSU oder den geoWK zu erreichen ist. Durch diese Voraussetzung wird sichergestellt, dass im Standortauswahlverfahren Sicherheitsaspekte, die in den rvSU und bei den geoWK den höchsten Stellenwert aufweisen, über den planungswissenschaftlichen Aspekten stehen. Inwieweit eine Reduzierung der Größe und/oder der Anzahl von Gebieten durch die planWK erfolgen soll, muss vor der Anwendung festgelegt werden und ergibt sich nicht aus der Anwendung der planWK selbst (Kapitel 6).

2.5 Standortregionenvorschlag der BGE

Der Standortregionenvorschlag bildet den Abschluss der Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung. Mit dem Standortregionenvorschlag legt die BGE eine Begründung für die auf Basis der Ergebnisse von rvSU und Anwendung der geoWK und planWK ermittelten Standortregionen für die übertägige Erkundung in Phase II vor. Zusätzlich erfolgt eine Darstellung der Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung, eine Empfehlung zum weiteren Umgang mit Gebieten ohne hinreichende Informationen sowie die Übermittlung der standortbezogenen Erkundungsprogramme.¹⁹

Ein Grundsatz des Standortauswahlverfahrens ist, dass kein Gebiet allein aufgrund mangelhafter Datenverfügbarkeit aus dem Verfahren ausscheiden darf. Da das Ziel verfolgt wird, nur die unter Sicherheitsaspekten günstigsten Gebiete als Standortregionen für die übertägige Erkundung vorzuschlagen, durchlaufen Gebiete ohne hinreichende Informationen in Schritt 2 der Phase I eine spezielle Prüfung, um deren potenzielle Eignung als Endlagerstandort zu bewerten (Kapitel 7). Zum Ende der Ermittlung der Standortregionen werden diese Gebiete mit den ermittelten Standortregionen verglichen. Erst wenn dieser Vergleich zeigt, dass Gebiete ohne hinreichende Informationen unter realistischen Annahmen schlechter abschneiden als die ermittelten Standortregionen, werden sie nicht im Vorschlag für die übertägig zu erkundenden Standortregionen der BGE berücksichtigt. Für alle

¹⁸ Die planWK sind in Anlage 12 (zu § 25) StandAG aufgeführt. Weiterführende Erklärungen, auch zu den einzelnen planWK, finden sich außerdem im entsprechenden Dokument zum Arbeitsstand bei der Methodenentwicklung für die planWK (BGE 2022f).

¹⁹ Diese von der BGE vorzulegenden Angaben sind in § 14 (hier Abs. 2 und 3) StandAG festgelegt.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 23

Gebiete ohne hinreichende Informationen wird mit dem Standortregionenvorschlag aber eine Empfehlung für den Umgang mit ihnen gegeben.

Mit dem Erkundungsprogramm, das für jede vorgeschlagene Standortregion erarbeitet wird, wird dargelegt, wie die überträgige Erkundung der jeweiligen Standortregion in Phase II des Verfahrens erfolgt (Kapitel 8). Durch die standortbezogenen Erkundungsprogramme werden die weitergehenden Grundlagen für die sicherheitsgerichtete Betrachtung und zur Ermittlung günstiger Standorte zur unterträgigen Erkundung in Phase II gelegt. Dabei ist das Ziel der überträgigen Erkundung, standortspezifische Daten für die Durchführung der wvSU, zur Prüfung der AK und MA sowie zur Anwendung der geoWK in Phase II zu erheben.

Die gesetzliche Regelung der Öffentlichkeitsbeteiligung sieht vor, dass die BGE die Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung, insbesondere der FKTG, bei der Ermittlung der Standortregionen berücksichtigt. Die FKTG fand im Jahr 2021 statt, war das erste gesetzlich vorgeschriebene Beteiligungsformat im Standortauswahlverfahren und hatte zum Ziel, den Zwischenbericht Teilgebiete (BGE 2020g) zu diskutieren. Für den Standortregionenvorschlag ist es Aufgabe der BGE, die Ergebnisse der FKTG entsprechend zu berücksichtigen und den Umgang mit ihnen zu dokumentieren (Kapitel 9).

Der Rahmenterminplan der BGE geht aktuell von einer Übermittlung des Standortregionenvorschlags an das BASE im 2. Halbjahr des Jahres 2027 aus.²⁰ Das BASE prüft den Vorschlag und erarbeitet auf Basis der Prüfungsergebnisse Empfehlungen für das weitere Vorgehen, die an die Bundesregierung weitergeleitet werden.²¹ Die endgültige Entscheidung, welche Gebiete in Phase II erkundet werden, erfolgt durch ein entsprechendes Bundesgesetz.

3 Detaillierte Beschreibung des Vorgehens in den rvSU

In den rvSU werden Gebiete in den Prüfschritten 1 bis 4 sukzessive anhand sicherheitsgerichteter „rvSU-Kriterien“, die von der BGE aus dem StandAG und den Verordnungen (der EndSiAnfV und der EndSiUntV) abgeleitet werden, bewertet (Kapitel 3.1). Anhand der Bewertungsergebnisse werden die Gebiete den Kategorien D bis A zugeordnet (Kapitel 3.2), wobei die Einstufung formal über die Umfassende Bewertung des Endlagersystems erfolgt (Kapitel 3.3).²² Ziel der Umfassenden Bewertung des Endlagersystems ist eine zusammenfassende Bewertung des sicheren Einschusses und seiner Robustheit für alle kategorisierten Gebiete.

²⁰ Die zeitliche Planung von Schritt 2 der Phase I ist auf der BGE-Webseite veröffentlicht (siehe BGE 2022g).

²¹ Auf seiner Webseite stellt das BASE Informationen zu seinen Aufgaben und denen der unterschiedlichen Beteiligten im Standortauswahlverfahren bereit (<https://www.base.bund.de/DE/themen/soa/akteure-aufgaben/akteure-aufgaben.html>).

²² Die Arbeiten der Prüfschritte 1 bis 4 der rvSU sind Teil der Analyse des Endlagersystems (§ 7 EndSiUntV), während die formale Einstufung der Gebiete in die Kategorien D bis A Teil der Umfassenden Bewertung des Endlagersystems gemäß § 10 EndSiUntV ist. Mit den rvSU-Kriterien hat die BGE die Anforderungen des StandAG, der EndSiAnfV und der EndSiUntV konkretisiert und operationalisiert.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 24

3.1 Kriterienbasierter Ansatz zur nachvollziehbaren Bewertung der Gebiete

Die Bewertung von Gebieten in den rvSU folgt einem kriterienbasierten Ansatz und findet auf Basis einer Reihe für jeden Prüfschritt seitens der BGE definierter Kriterien statt, die in wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkatalogen zusammengefasst sind (siehe Tabelle A 1 im Anhang 1 für eine Übersicht des Arbeitsstands der rvSU-Kriterien). Diese rvSU-Kriterien dienen der Bewertung der Sicherheit und Robustheit des Endlagersystems anhand der regulatorischen Vorgaben. Die rvSU-Kriterien lassen sich also grundsätzlich aus den gesetzlichen Bestimmungen ableiten, die den rvSU zugrunde liegen. Durch die rvSU-Kriterien werden zentrale Aspekte und Anforderungen aus der EndlSiAnfV und der EndlSiUntV im Rahmen der rvSU konkretisiert und in ein nachvollziehbares Bewertungssystem überführt. Im Ergebnis ermöglichen die rvSU-Kriterien die praktische Umsetzung der in den Verordnungen festgelegten Anforderungen und Aspekte zur Bewertung der Sicherheit und Robustheit des Endlagersystems sowie die Nachvollziehbarkeit der Bewertungen und die daraus resultierende räumliche Einengung. Dabei ist das primäre Ziel des kriterienbasierten Ansatzes eine Systematisierung der Bewertungen innerhalb der rvSU, die sowohl die Gleichbehandlung aller Gebiete sicherstellt als auch eine nachvollziehbare vergleichende Bewertung ermöglicht. Zusätzlich wird durch die Anwendung derselben rvSU-Kriterien auf alle Gebiete eines Wirtsgesteinstyps einerseits eine Vergleichbarkeit der Bewertungen herbeigeführt, während andererseits die Anpassung der wirtsgesteinsspezifischen rvSU-Kriterien an die grundlegenden Unterschiede der verschiedenen Wirtsgesteinstypen deren Besonderheiten berücksichtigt. Für die verschiedenen Wirtsgesteinstypen werden daher zum Teil unterschiedliche rvSU-Kriterien definiert (Tabelle A 1).

Bei der Bewertung der rvSU-Kriterien werden Ungewissheiten dokumentiert und kenntlich gemacht.²³ Die Darlegung der Kenntnisstände, die den Einzelbewertungen gebietsspezifisch zugrunde liegen, ist wichtig, um die aus den Bewertungen resultierenden Entscheidungen begründen zu können.

3.1.1 Räumliche Einengung und der Vergleich zwischen Gebieten: die generelle und lokalspezifische Bedeutung für die Sicherheit

Die in den wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkatalogen der BGE enthaltenen rvSU-Kriterien müssen geeignet sein, eine durch StandAG, EndlSiAnfV und EndlSiUntV begründete räumliche Einengung von UR vorzunehmen. Um darzulegen, ob einzelne rvSU-Kriterien einen Beitrag zur räumlichen Einengung leisten können, wird zwischen der generellen und der lokalspezifischen Bedeutung eines rvSU-Kriteriums für die Sicherheit eines möglichen Endlagers unterschieden (Abbildung 5, Abbildung 6). Generelle und lokalspezifische Bedeutung zeigen also zusätzlich die Eignung eines rvSU-Kriteriums zur räumlichen Einengung auf und bewerten damit nicht ausschließlich die Bedeutung

²³ § 11 EndlSiUntV fordert die Dokumentation und Berücksichtigung bestehender Ungewissheiten. Die BGE hat hierzu eine Methodik entwickelt (BGE 2022a, 2022b), die auf Grundlage der fortschreitenden Arbeiten innerhalb der rvSU gegenwärtig konkretisiert und umgesetzt wird. Als wichtiger Bestandteil hinsichtlich der Bewertung von und des Umgangs mit Ungewissheiten werden die Erkenntnisse aus den Arbeiten im Rahmen des Forschungsprojekts „Ungewissheiten und Robustheit mit Blick auf die Sicherheit eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle“ (URS) in die Umsetzung einbezogen. Ein Steckbrief zum Forschungsprojekt findet sich auf der Webseite der BGE (https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Forschung/20220314_Steckbrief_Forschungsvorhaben_Ungewissheiten_und_Robustheit_barrierefrei_neu.pdf).

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 25

der bewerteten Sachverhalte für die Sicherheit an sich. Die Einstufungen der generellen bzw. lokal-spezifischen Bedeutung eines jeden rvSU-Kriteriums werden verbalargumentativ vorgenommen. Ein Kriterium kann sowohl eine hohe generelle als auch eine hohe lokalspezifische Bedeutung haben.

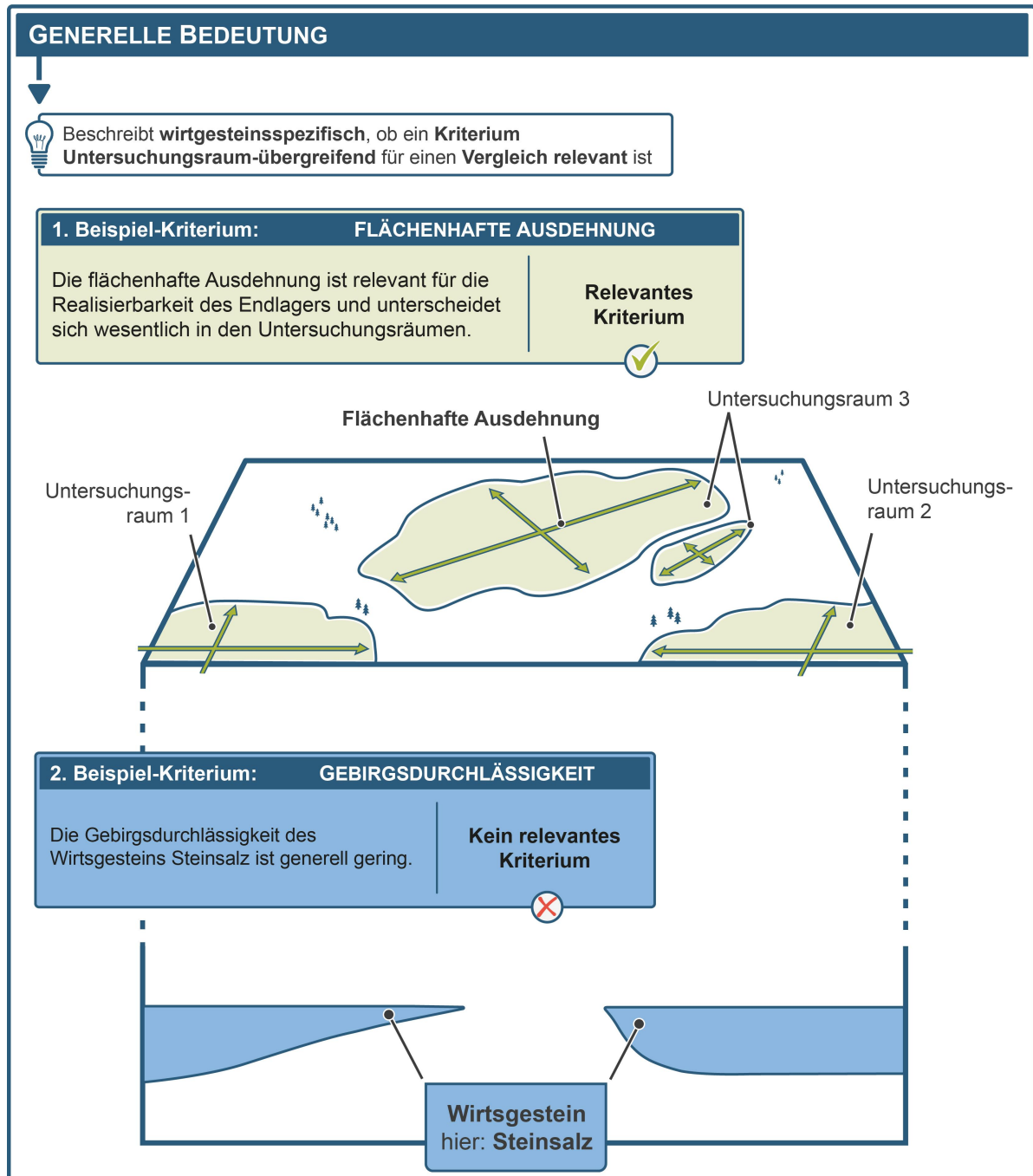


Abbildung 5: Die generelle Bedeutung für die Sicherheit eines möglichen Endlagers. Die generelle Bedeutung gibt an, ob ein Kriterium für einen Vergleich zwischen verschiedenen UR des gleichen Wirtsgesteins geeignet ist. Für eine hohe generelle Bedeutung muss sich das Kriterium daher auf Gegebenheiten beziehen, die sich von UR zu UR unterscheiden. Dies ist z. B. bei der flächenhaften Ausdehnung von UR der Fall, aber nicht für die Gebirgsdurchlässigkeit von Steinsalz.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 26

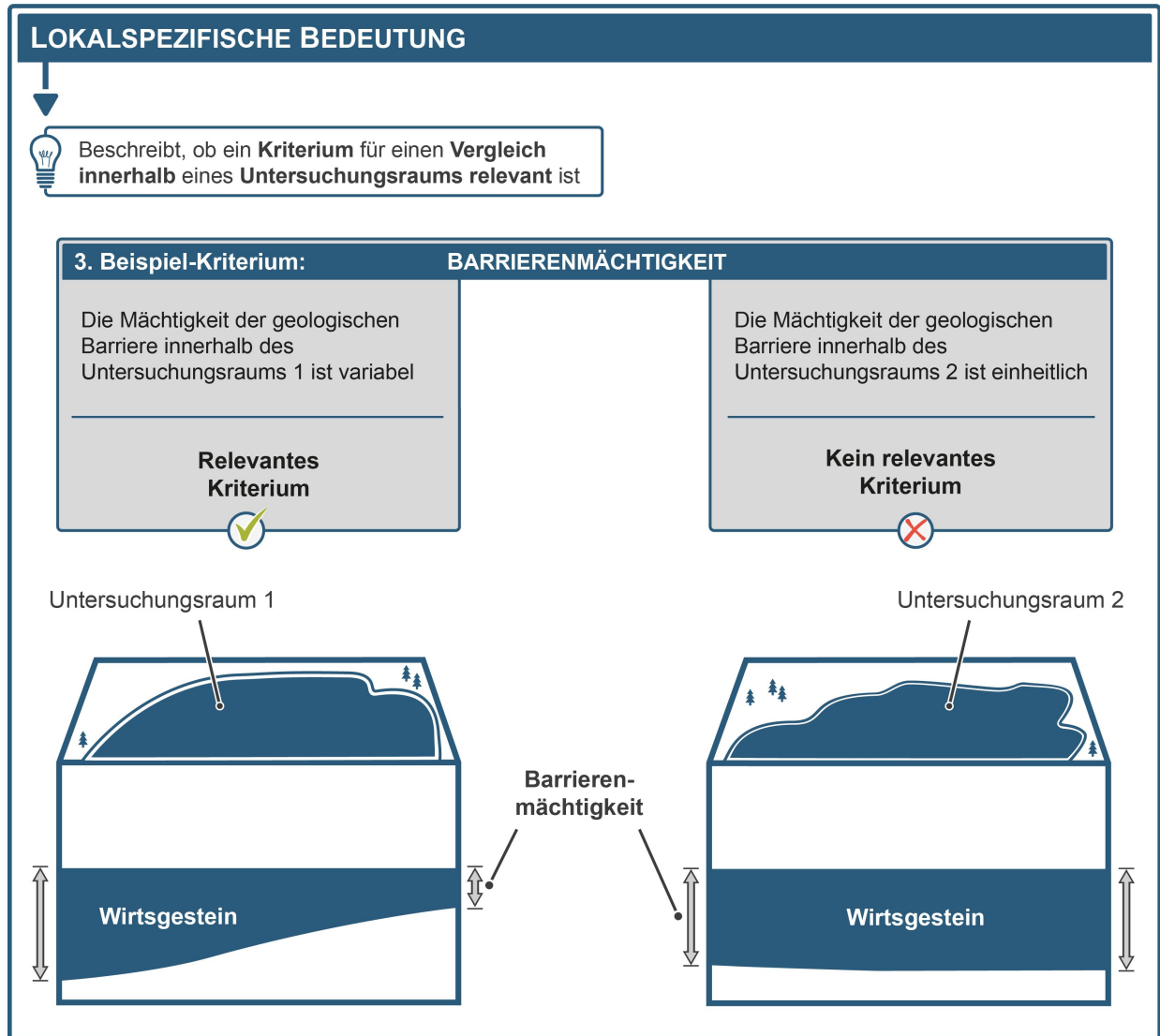


Abbildung 6: Die lokalspezifische Bedeutung für die Sicherheit eines möglichen Endlagers. Die lokalspezifische Bedeutung gibt an, ob ein rvSU-Kriterium für eine räumliche Einengung eines Gebiets geeignet ist. Für eine hohe lokalspezifische Bedeutung muss sich das Kriterium daher auf Gegebenheiten beziehen, die innerhalb des Gebiets räumlich variabel sind, wie es z. B. teilweise für die Mächtigkeit der geologischen Barriere der Fall ist.

Ein rvSU-Kriterium mit hoher genereller Bedeutung für die Sicherheit dient der vergleichenden Bewertung unterschiedlicher Gebiete eines Wirtsgesteinstyps (Abbildung 5). Die generelle Bedeutung eines rvSU-Kriteriums für die Sicherheit wird also dann als hoch eingestuft, wenn die Bewertung des rvSU-Kriteriums aufgrund von Unterschieden in den geologischen Gegebenheiten verschiedener UR eines Wirtsgesteinstyps zu einer Einengung der UR führt. Die generelle Bedeutung leitet sich

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 27

aus dem jeweiligen vorläufigen Sicherheitskonzept²⁴ und der grundsätzlichen Kenntnis zum betrachteten Wirtsgestein ab. Nur rvSU-Kriterien mit einer relativ hohen generellen Bedeutung werden in die wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkataloge aufgenommen, da nur sie entscheidungserheblich für eine Einengung der verbleibenden Gebiete in einer rvSU bzw. im UR-übergreifenden Vergleich sein können.

Ein Beispiel für ein rvSU-Kriterium mit hoher genereller Bedeutung für die Sicherheit des Endlagers ist die flächenhafte Ausdehnung für das Wirtsgestein Steinsalz in steiler Lagerung (Abbildung 5). Die flächenhafte Ausdehnung, die innerhalb der Salzstrukturen für das Endlagerbergwerk zur Verfügung steht, ist ein maßgeblicher Faktor für die Realisierbarkeit des Endlagers. Außerdem unterscheidet sich die flächenhafte Ausdehnung stark zwischen den UR, also zwischen den verschiedenen Salzstöcken, wodurch ein Potenzial zur Einengung der Gebiete besteht. Im Gegensatz dazu hat beispielsweise die Gebirgsdurchlässigkeit keine hohe generelle Bedeutung für einen Vergleich verschiedener Salzstöcke, da dieser Wirtsgesteinstyp grundsätzlich eine sehr geringe Durchlässigkeit aufweist bzw. allgemein als undurchlässig gilt. Obwohl die geringe Durchlässigkeit sich positiv auf die Bewertung dieser UR auswirkt, stellt die Durchlässigkeit damit kein geeignetes Vergleichsmerkmal für den Wirtsgesteinstyp dar (Abbildung 5).

Die lokalspezifische Bedeutung eines rvSU-Kriteriums bezieht sich auf die Möglichkeit, innerhalb eines UR weiter räumlich einzuengen (Abbildung 6). Somit hängt die lokalspezifische Bedeutung von der räumlichen Variabilität der zu bewertenden Parameter innerhalb des Gebiets ab. Beispielsweise kann innerhalb eines UR eine sicherheitsrelevante räumliche Variabilität der Barrierenmächtigkeit vorliegen, anhand derer zwischen verschiedenen Gebieten innerhalb eines UR unterschieden werden kann. In diesem Fall ist die lokalspezifische Bedeutung der Barrierenmächtigkeit hoch. Sofern jedoch innerhalb eines UR keine oder nur eine geringe Variabilität in der Barrierenmächtigkeit vorliegt, entfällt dieses Vergleichsmerkmal. In diesem Fall, oder wenn für ein Gebiet keine belastbaren Informationen vorliegen, sind die rvSU-Kriterien lokalspezifisch (zunächst) nicht relevant für eine räumliche Einengung innerhalb eines UR.

3.1.2 Strukturierung der rvSU-Kriterien in wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkatalogen

Die rvSU-Kriterien werden für die vier Prüfschritte in wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkatalogen zusammengefasst. Diese Kataloge dienen der Strukturierung und Systematisierung der Arbeiten, womit auch Transparenz und Nachvollziehbarkeit bei der Bewertung von Gebieten hergestellt werden. Die von der BGE – ausgehend von StandAG, EndISiAnfV und EndISiUntV – entwickelten rvSU-Kriterien für die Bewertung der Sicherheit und Robustheit lassen sich innerhalb der wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkataloge vier Hauptgruppen zuordnen (Abbildung 7):

²⁴ Das vorläufige Sicherheitskonzept beschreibt die wesentliche Strategie, „mit der der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle und damit die übergeordneten Schutzziele an einem konkreten Standort erreicht werden sollen“ (dies geht aus den Begründungen zu § 10 EndISiAnfV hervor, siehe BT-Drs. 19/19291, S. 37). Die Erstellung eines vorläufigen Sicherheitskonzepts ist in § 6 EndISiUntV gefordert. Die speziellen Anforderungen an das vorläufige Sicherheitskonzept sind in § 10 EndISiAnfV beschrieben.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 28

1. Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins,
2. Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung),
3. Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage,
4. Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit.

Die Strukturierung anhand dieser vier Hauptgruppen hilft, wichtige Thematiken, die aus den für die rvSU geltenden regulatorischen Bestimmungen hervorgehen, aber an unterschiedlichen Stellen der EndlSiAnfV bzw. EndlSiUntV adressiert werden, nachvollziehbar aufzunehmen. Ziel der Kriterienhauptgruppen ist es also, die gesetzlichen Vorgaben im Sinne einer gesamtheitlichen Bewertung des Endlagersystems nachvollziehbar zu systematisieren und in einen thematischen Zusammenhang zu stellen.

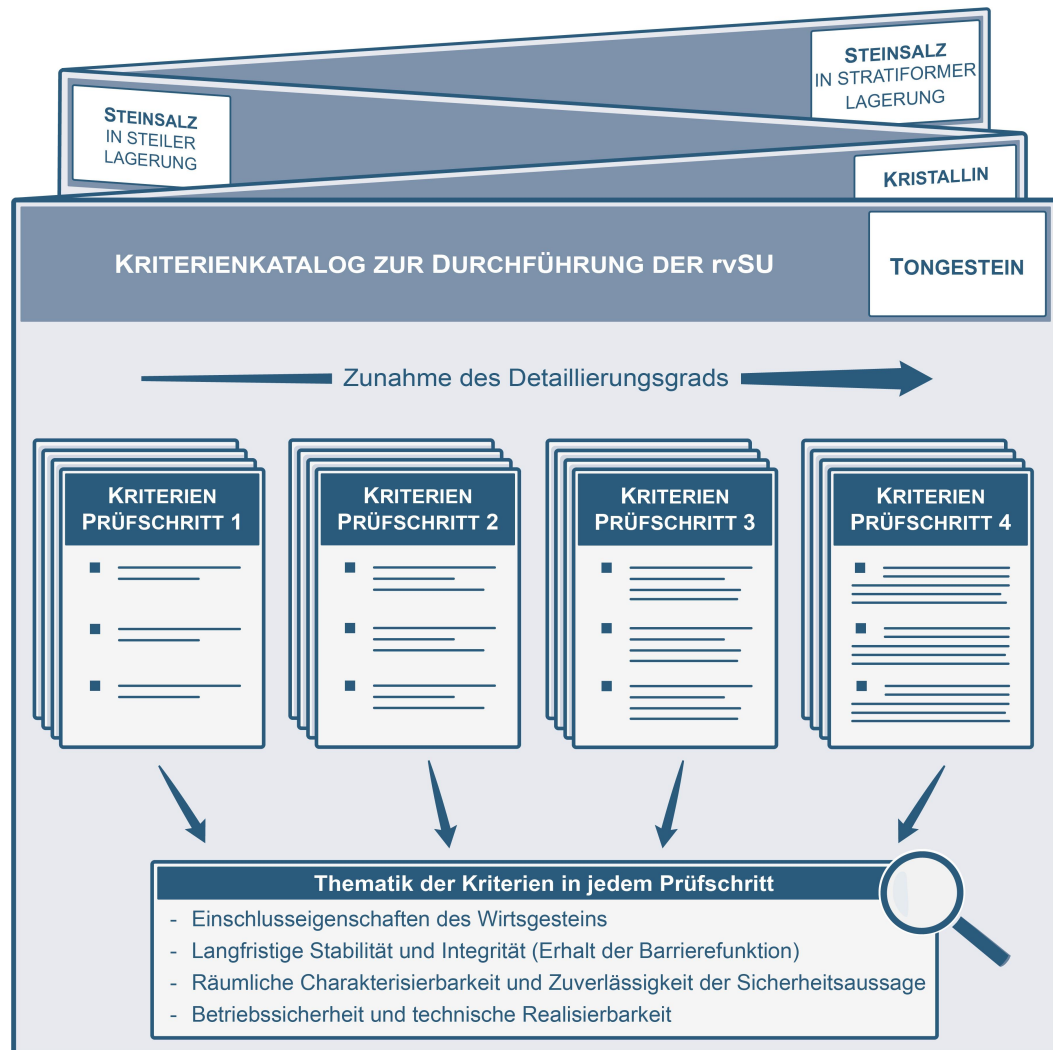


Abbildung 7: Schematische Darstellung der wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkataloge. Die rvSU-Kriterien sind vier Hauptgruppen zugeordnet. Sie decken zentrale regulatorische Bestimmungen aus der EndlSiUntV und EndlSiAnfV ab. Die Hauptgruppen umfassen für jeden Prüfschritt unterschiedliche, aber thematisch verwandte rvSU-Kriterien, die eine Erhöhung des Detaillierungsgrads der Bewertungen im Laufe der rvSU ermöglichen.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 29

Bei der Formulierung der rvSU-Kriterien wird berücksichtigt, dass es im kristallinen Wirtsgestein – im Gegensatz zu den anderen Wirtsgesteinen – zwei Möglichkeiten gibt, den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle zu gewährleisten: i) mittels eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (ewG) oder mehrerer ewG als wesentliche Barriere (Endlagersystem Typ 1) oder ii) mithilfe von technischen und geotechnischen Barrieren als wesentliche Barrieren, sofern kein ewG ausgewiesen werden kann (Endlagersystem Typ 2). Die prinzipielle Vorgehensweise der Bewertung der Gebiete im kristallinen Wirtsgestein in den rvSU geschieht zunächst analog zu den anderen Wirtsgesteinen anhand des Endlagersystems Typ 1. Da die Anforderungen an ein Gebiet, die sich mit den in Schritt 2 der Phase I zur Verfügung stehenden Daten prüfen lassen, für beide Endlagersysteme identisch sind, unterscheidet sich die Vorgehensweise für Typ 1 und Typ 2 in den rvSU nicht. Kategorie A-Gebiete im Kristallin sind daher für Typ 1 und Typ 2 gleichermaßen gut geeignet. Im Falle, dass kein Kategorie A-Gebiet im Kristallin ermittelt wird, werden die Kategorie B-Gebiete bezüglich der Eignung für Typ 2 betrachtet (BGE 2022a, Kapitel 8.3.1).

Der Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins sind rvSU-Kriterien zugeordnet, anhand derer im Falle des Endlagersystems Typ 1 die Barrierewirkung der wesentlichen geologischen Barriere bewertet wird, im Falle des Endlagersystems Typ 2 die Eigenschaften des Wirtsgesteins, die zum Schutz der wesentlichen geotechnischen und technischen Barrieren beitragen. Dementsprechend bewerten die rvSU-Kriterien geologische Eigenschaften des Wirtsgesteinsbereichs mit Barrierefunktion (WbB) (z. B. hydraulische Barrierewirkung, Diffusionseigenschaften), dessen Konfiguration (z. B. Mächtigkeit der Barriere) sowie weitere Eigenschaften, die die Rückhaltung von Radionukliden begünstigen (z. B. geochemische Bedingungen). Weitere zentrale Bestandteile sind quantitative Betrachtungen und die Bewertung der Radionuklidausbreitung innerhalb des WbB. Ziel der Anwendung der rvSU-Kriterien dieser Hauptgruppe ist es, zu bewerten, ob die Radionuklide möglichst am Ort ihrer Einlagerung verbleiben und die Ausweisung eines ewG sicher möglich ist.²⁵

Die Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung) beinhaltet rvSU-Kriterien, anhand derer die Beständigkeit der Standorteigenschaften und somit der Erhalt der Barrierewirkung bewertet wird. Um eine langfristige Stabilität über den Bewertungszeitraum zu gewährleisten, soll insbesondere der Einfluss geogener Prozesse (z. B. Erosion und Subrosion) so gering

²⁵ Die rvSU-Kriterien der Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins ergeben sich aus dem Schutzziel und der Anforderung an die Langzeitsicherheit des Endlagers, dass die Radionuklide weitestgehend am Ort ihrer ursprünglichen Einlagerung verbleiben und nicht aus den wesentlichen Barrieren ausgetragen werden sollen. Dieses Ziel geht aus § 26 Abs. 2 Nr. 1 StandAG (Fernhaltung der radioaktiven und sonstigen Schadstoffe von der Biosphäre) hervor, die Anforderung aus § 4 EndlSiAnfV (sicherer Einschluss der radioaktiven Abfälle), insbesondere aus Abs. 4 und Abs. 5. Die rvSU-Kriterien dieser Hauptgruppe bewerten vor allem die Aspekte e) (Möglichkeit zur Ausweisung eines ewG) und f) (Möglichkeit des sicheren Einschusses der Radionuklide) gemäß § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 30

wie möglich sein. Zusätzlich zu geogenen Prozessen werden durch die rvSU-Kriterien dieser Hauptgruppe auch Prozesse berücksichtigt, die den Einfluss von Wechselwirkungen zwischen Endlager und WbB bewerten, wie z. B. die Schädigung des Gesteins durch Temperaturentwicklungen.²⁶

Die Hauptgruppe Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage umfasst rvSU-Kriterien, anhand derer die geologischen Verhältnisse im Gebiet bewertet werden, die die Zuverlässigkeit der Sicherheitsbewertungen maßgeblich beeinflussen. Die Zuverlässigkeit der geologischen Aussagen hängt dabei von der räumlichen Charakterisierbarkeit der Gesteine und der zeitlichen Prognostizierbarkeit sicherheitsrelevanter Langzeitveränderungen ab. Bei der räumlichen Charakterisierbarkeit wird bewertet, wie zuverlässig die – oft heterogenen – Eigenschaften der Gesteine erfasst und die geometrischen Verhältnisse exploriert werden können. Im Gegensatz dazu behandelt die Prognostizierbarkeit die zuverlässige Vorhersagbarkeit geogener Prozesse im Bewertungszeitraum von einer Million Jahre.²⁷

Die Hauptgruppe Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit umfasst rvSU-Kriterien zur Bewertung der Eignung eines Gebiets hinsichtlich der Errichtung des Endlagerbergwerks. Hierzu zählt beispielsweise die Bewertung der für das Endlager zur Verfügung stehenden Fläche. Die auf die technische Realisierbarkeit bezogenen rvSU-Kriterien liefern einen wichtigen Beitrag zur Langzeitsicherheit, da erst durch die technische Realisierbarkeit des Endlagerbergwerks die Voraussetzung für den sicheren Einschluss der Radionuklide und die Errichtung eines genehmigungsfähigen Endlagers geschaffen werden kann. Da Baumaßnahmen Rückwirkungen auf das Einschlussvermögen des Gesteins, z. B. durch die Bildung von Auflockerungszonen und Änderungen des geochemischen Milieus, oder auf die laterale Barrierenmächtigkeit haben, beeinflussen sie indirekt auch die Langzeitsicherheit. Insbesondere in der frühen Phase des Standortauswahlverfahrens sollten die Gebiete eine möglichst hohe Flexibilität bezüglich der Auslegung und Errichtung des Endlagers zulassen. Zusätzlich ist in den rvSU auch die Kurzzeitsicherheit während des Betriebs zu bewerten.²⁸

Neben der Zuordnung zu den vier Hauptgruppen sind die einzelnen rvSU-Kriterien innerhalb der wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkataloge entsprechend den vier Prüfschritten der rvSU gegliedert

²⁶ Die rvSU-Kriterien der Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung) dienen einer vereinfachten Betrachtung der Integrität und Robustheit des ewG als wesentlicher Barriere (§ 5 EndlSiAnfV). Die Hauptgruppe ergibt sich vor allem aus der Bewertung der geogenen Einwirkungen und Prozesse (§ 7 Abs. 6 Nr. 1 EndlSiUntV) und der Bewertung des Aspekts b) (langfristige Stabilität der geologischen Verhältnisse, vgl. § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV). Die rvSU-Kriterien, die den Erhalt der Barrierenfunktion durch Wechselwirkungen zwischen Endlager und WbB berücksichtigen, sind z. B. auf Aspekt c) gemäß § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV (thermische Verhältnisse im Endlagersystem), oder auf die Anforderung gemäß § 5 Abs. 2 Nr. 2 EndlSiAnfV, dass die Barrierewirkung des ewG durch die Temperaturentwicklung nicht erheblich beeinträchtigt werden darf, zurückzuführen.

²⁷ Die rvSU-Kriterien der Hauptgruppe Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage bündeln Inhalte zur Zuverlässigkeit der Aussagen. Diese ergeben sich aus Aspekt a) (räumliche Charakterisierbarkeit des Endlagersystems) und Aspekt b) (langfristigen Stabilität der geologischen Verhältnisse) aus § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV sowie der Bewertung von Ungewissheiten nach § 11 EndlSiUntV.

²⁸ Anforderungen an die Errichtung, den Betrieb und die Stilllegung des Endlagers ergeben sich aus den §§ 15 ff. EndlSiAnfV. Zwar ist im Rahmen der rvSU keine vollständige Betriebliche Sicherheitsanalyse nach § 8 EndlSiUntV durchzuführen, jedoch ist die grundsätzliche Möglichkeit eines sicheren Betriebs darzustellen (§ 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV). Zusätzlich ist die Bewertung des Aspekts d) (Flächenbedarf zur Realisierung des Endlagerbergwerks) in § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV gefordert.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 31

(Abbildung 7). Durch die Strukturierung der Kriterienkataloge für die rvSU einerseits mittels Hauptgruppen und andererseits nach den Prüfschritten werden so die inhaltliche Verknüpfung der Prüfschritte untereinander sowie die schrittweise Erhöhung des Detaillierungsgrads bei der Bewertung von Gebieten im Verlauf der rvSU aufgezeigt. Konkret stehen die in den wirtsgesteinspezifischen Kriterienkatalogen jeweils enthaltenen rvSU-Kriterien durch die gewählte Strukturierung somit über die Prüfschritte hinweg thematisch miteinander in Verbindung. Besonders die rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 beziehen hierbei die in den vorherigen Prüfschritten zuvor betrachteten Aspekte ein und bringen die dort vorgenommenen Bewertungen in einen Gesamtzusammenhang.

3.2 Kategorisierung in den rvSU: Anwendung der rvSU-Kriterien in den Prüfschritten 1 bis 4

Innerhalb der rvSU werden Gebiete in vier Prüfschritten in Kategorien D bis A eingeordnet (Abbildung 3). Hierbei stellen die Gebiete der Kategorie A die sicherheitstechnisch günstigsten Gebiete dar. Die Prüfschritte 2 bis 4 werden jeweils nur auf die nach dem vorangegangenen Prüfschritt verbleibenden Gebiete angewendet, weswegen die Arbeiten im Laufe der Durchführung der rvSU immer fokussierter und detaillierter werden:

1. Die rvSU-Kriterien für Prüfschritt 1 sind aus den AK und MA abgeleitet, wobei Prüfschritt 1 aber keine flächendeckende Prüfung aller AK und MA darstellt.
2. Die rvSU-Kriterien für Prüfschritt 2 bestehen aus den für die Sicherheit eines betrachteten Endlagersystems jeweils bedeutenden Indikatoren der Anlagen 1 bis 4 des StandAG²⁹ sowie weiteren für die Sicherheit des Endlagersystems bedeutsamen Aspekten.
3. Die rvSU-Kriterien für Prüfschritt 3 dienen der Überprüfung des Massen- und Stoffmengenaustrags.
4. Die rvSU-Kriterien für Prüfschritt 4 synthetisieren die Inhalte der in den vorangegangenen Prüfschritten betrachteten rvSU-Kriterien und führen zu einer Gesamtaussage. Darüber hinaus berücksichtigen sie weitere, im Rahmen der vorherigen Prüfschritte noch nicht betrachtete Inhalte, die für eine umfassende Bewertung der Sicherheit und Robustheit eines Endlagersystems in einem UR ebenfalls von Bedeutung sind.

Zum Abschluss eines jeden Prüfschritts erfolgt eine Qualitätssicherung der Ergebnisse – also eine Überprüfung in Hinblick auf fachliche Korrektheit der Analysen und Nachvollziehbarkeit der Entscheidung. Eine geeignete Qualitätssicherungsmaßnahme kann beispielsweise eine Begutachtung durch verschiedene Fachexpertinnen und -experten sein. Die einer bestimmten Kategorie zugeordneten Gebiete werden aus gesamtheitlicher Perspektive jeweils kritisch geprüft, um so ggf. entscheidungserhebliche Unstimmigkeiten zu identifizieren. Auf Basis der Qualitätssicherung werden die Ergebnisse der Prüfschritte erforderlichenfalls überarbeitet.

²⁹ Das heißt, den Indikatoren der geoWK, die in den Anlagen 1 bis 4 (zu § 24 Abs. 3) StandAG festgelegt sind.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 32

3.2.1 Prüfschritt 1 – Zielgerichtete Anwendung von AK und MA

Grundlage des Prüfschritts 1 sind rvSU-Kriterien, die direkt aus den gesetzlich festgelegten AK und MA³⁰ abgeleitet werden. Zwar wird die erneute Anwendung der AK und MA für die Ermittlung der Standortregionen aus den Teilgebieten nicht explizit gefordert, dennoch wird in den rvSU durch die Zielgerichtete Anwendung der AK und MA jeweils geprüft, ob in einem Gebiet der sichere Einschluss grundsätzlich möglich ist bzw. ob es zu einer substanziellen Schädigung des Einschlussvermögens im Bewertungszeitraum³¹ kommen kann.

In Prüfschritt 1 werden Gebiete innerhalb eines UR, die eine MA nicht erfüllen oder bei denen ein AK zutrifft, während der Bearbeitung als für die Endlagerung ungeeignet identifiziert und in Kategorie D eingestuft (Abbildung 8). Dabei ist die negative Bewertung eines einzigen rvSU-Kriteriums zu Prüfschritt 1 hinreichend für die Entscheidung – es findet also keine Abwägung zwischen verschiedenen rvSU-Kriterien statt. Dabei erfolgt die Anwendung der rvSU-Kriterien zielgerichtet, d. h. angepasst an die verschiedenen Arbeiten, die in den UR sukzessiv durchgeführt werden und abhängig sind von den lokalen geologischen Gegebenheiten und der aktuellen Bearbeitungstiefe. Die rvSU-Kriterien für Prüfschritt 1 werden also dann angewendet, sobald sie eine sinnvolle Einengung der betrachteten Gebiete versprechen. Insbesondere die Identifizierung endlagerrelevanter lithologischer Einheiten, also dem WbB³², innerhalb der in den Teilgebieten ausgewiesenen stratigrafischen Einheiten³³, kann dabei als einer der ersten Arbeitsschritte zu einer deutlichen Einengung der Gebiete führen (Abbildung 8).

3.2.2 Prüfschritt 2 – Qualitative Bewertung des sicheren Einschlusses

Ziel von Prüfschritt 2, der Qualitativen Bewertung des sicheren Einschlusses, ist eine qualitative sicherheitsgerichtete Eignungsprüfung. So werden Gebiete mit einer geringen Eignung für die Endlagerung identifiziert und die Arbeiten frühzeitig auf potenziell als Standortregion geeignete Gebiete fokussiert. Die Arbeiten im Rahmen des Prüfschritts 2 konzentrieren sich auf die Gebiete innerhalb eines UR, die nicht bereits in Prüfschritt 1 in Kategorie D eingestuft wurden. Sofern der Prüfschritt 2 nicht bestanden wird, führt dies zu einer Einstufung der Gebiete in Kategorie C.

Die Bewertung betrachteter Gebiete in Prüfschritt 2 erfolgt zum einen anhand einer Reihe von rvSU-Kriterien, die aus den geoWK der Anlagen 1 bis 4 (zu § 24 Abs. 3) StandAG abgeleitet sind (Kapi-

³⁰ Gemäß den §§ 22 und 23 StandAG ist ein Gebiet nicht als Endlagerstandort geeignet, wenn eines der AK (§ 22 StandAG) zutrifft oder wenn die MA (§ 23 StandAG) nicht erfüllt sind.

³¹ Der Bewertungszeitraum für das Endlagersystem beträgt in Deutschland „eine Million Jahre ab dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers“ (§ 3 Abs. 1 EndlSiAnfV).

³² AK und MA beziehen sich laut den §§ 22 bzw. 23 StandAG auf den ewG. Da die räumliche Lage des ewG im UR aufgrund des Stands der Arbeiten noch nicht genau festgelegt werden kann, wird in den rvSU stattdessen der WbB betrachtet. Innerhalb des WbB wird sich der zukünftige ewG befinden.

³³ In Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens wurden stratigrafische Einheiten inventarisiert, die über ein potenzielles Wirtsgestein mit Barriereigenschaften verfügen. Auf diese stratigrafischen Einheiten, in denen alle Gesteinstypen eines bestimmten Zeitabschnitts der Erdgeschichte zusammenfasst sind, wurden die MA gemäß § 23 Abs. 5 Nr. 1 bis 5 StandAG überprüft. In Schritt 2 der Phase I werden nun die endlagerrelevanten lithologischen Einheiten, d. h. der WbB innerhalb der stratigrafischen Einheit bewertet, z. B. einzelne Steinsalz- oder Tongesteinsformationen.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 33

tel 3.2.2.1). Zum anderen kommen zusätzlich weitere rvSU-Kriterien zum Einsatz, die für die Wirtsgesteine spezifisch festgelegt werden und anhand derer die qualitative Eignung eines Gebiets vertieft geprüft wird (Kapitel 3.2.2.2). Für beide Gruppen von hier angewendeten rvSU-Kriterien gilt, dass sie ausschließlich sicherheitsrelevante Aspekte beurteilen, die für die Bewertung der Sicherheit des Endlagersystems eine relativ hohe generelle Bedeutung (siehe Kapitel 3.1.1) haben. Die Einstufung von Gebieten in Kategorie C im Rahmen von Prüfschritt 2 basiert auf den nach Möglichkeit räumlich differenzierten Bewertungen (z. B. ungünstig oder bedingt günstig) innerhalb eines UR.

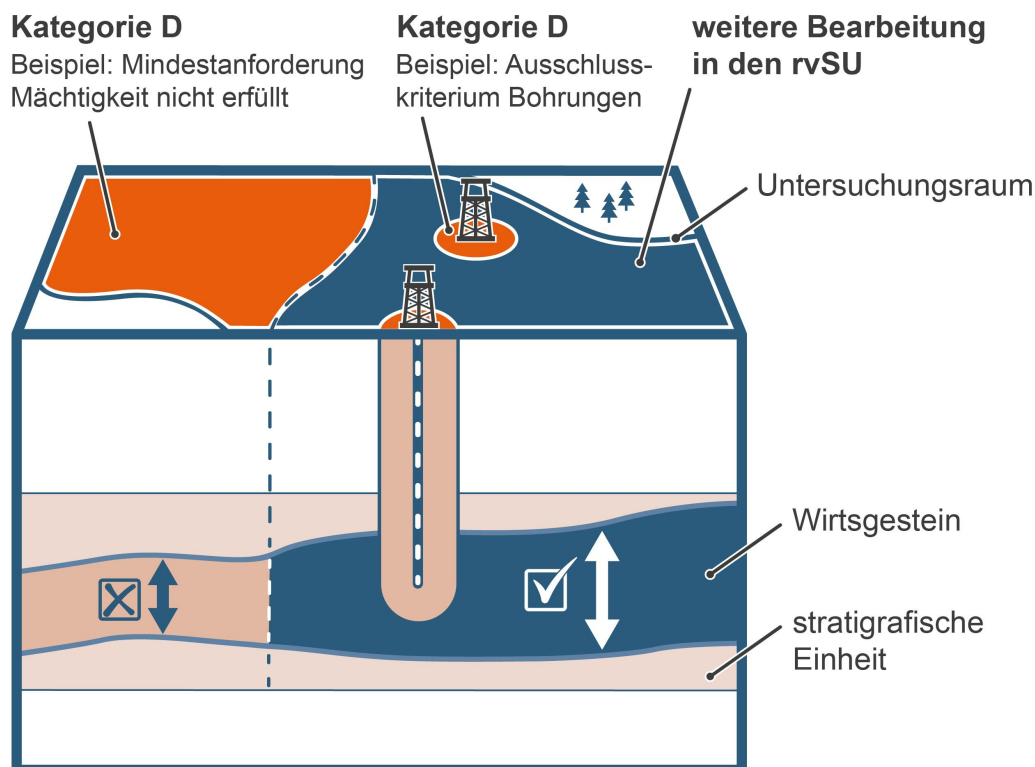


Abbildung 8: Beispielhafte Darstellung der Anwendung einzelner rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 1. Die rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 1 sind aus den gesetzlich festgelegten AK und MA nach den §§ 22 und 23 StandAG abgeleitet. Sobald ein einzelnes Kriterium nicht eingehalten wird, erfolgt die Einstufung des entsprechenden Gebiets in Kategorie D. Dieses Gebiet ist als Standort für die Endlagerung ungeeignet.

In der Praxis erfolgt die Ausarbeitung und Bewertung anhand der rvSU-Kriterien für Prüfschritt 2 schrittweise. Für eine Einstufung in Kategorie C bzw. das Nicht-Bestehen des Prüfschritts 2 müssen nicht alle rvSU-Kriterien für Prüfschritt 2 angewendet werden. Es genügt, anhand der vorliegenden Bewertungen eine nicht überwiegend gute Eignung für die Endlagerung nachzuweisen. Hierfür werden Regeln für die Prüfung anhand der rvSU-Kriterien, die aus den geoWK abgeleitet wurden, und der weiteren rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 2 festgelegt. Für die Prüfung anhand der rvSU-Kriterien, die aus den geoWK abgeleitet wurden, gilt dabei, dass für die Einstufung die Bewertung mehrerer rvSU-Kriterien zusammen betrachtet wird, wohingegen eine ungünstige Bewertung eines der weiteren rvSU-Kriterien ausreichend für eine Gesamtbewertung sein kann. Letzteres ist der Fall, sofern anhand dieses betrachteten rvSU-Kriteriums eine sehr geringe Eignung abgeleitet werden kann, die

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 34

auch nicht durch besonders günstige Bewertungen anderer Kriterien so weit aufgewogen werden kann, dass im Ergebnis eine hohe Eignung zu erwarten wäre. Abschließend wird im Rahmen einer Plausibilitätsprüfung anhand einer verbalargumentativen Gesamtbetrachtung überprüft, ob trotz der negativen Bewertung wider Erwarten durch eine günstige Kombination der rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 2 oder anhand weiterer Informationen ein sicherer Einschluss und eine hohe Robustheit zu erwarten sind oder zusätzliche Analysen für eine Einstufung notwendig sind. Ist das nicht der Fall, ist Prüfschritt 2 nicht erfüllt und es erfolgt die Einstufung in Kategorie C. Andernfalls gilt der Prüfschritt als vorläufig erfüllt und die Bearbeitung der rvSU wird mit Prüfschritt 3 fortgesetzt. Die Dokumentation der Ergebnisse der Bewertung mittels aller rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 2 erfolgt spätestens mit der Ausweisung der Kategorie A-Gebiete in Prüfschritt 4b. Damit wird nachgewiesen, dass für diese Gebiete der Prüfschritt 2 abschließend erfüllt ist.

3.2.2.1 Bewertung anhand der aus den geoWK abgeleiteten rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 2

Die rvSU-Kriterien, die aus den geoWK der Anlagen 1 bis 4 des StandAG abgeleitet werden, fungieren im Prüfschritt 2 als vereinfachte Analyse des Endlagersystems, die die wichtigsten sicherheitsgerichteten Aspekte der Endlagersysteme abdeckt.³⁴ Die in den Anlagen 1 bis 4 des StandAG enthaltenen Kriterien dienen der Bewertung der erreichbaren Qualität des Einschlusses und der zu erwartenden Zuverlässigkeit des Nachweises. Wie im Vorhaben RESUS³⁵ (Mönig et al. 2020) und vom Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (Gewichtungsgruppe I nach AkEnd 2002, S. 103–104) eingestuft, erhalten sie somit eine besondere Bedeutung für die Beurteilung eines möglichen Endlagerstandorts (vgl. auch BGE 2022a). Die Ableitung der für den Prüfschritt 2 zu bewertenden rvSU-Kriterien erfolgt wirtsgesteinsspezifisch. Es werden ausschließlich die entsprechenden Indikatoren der Anlagen 1 bis 4 (zu § 24 Abs. 3) StandAG in rvSU-Kriterien überführt und in die wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkataloge aufgenommen, die eine mittlere oder hohe generelle Bedeutung für die Sicherheit des Endlagersystems aufweisen, also eine Differenzierung innerhalb eines Wirtsgesteinstyps erlauben (Kapitel 3.1.1).

³⁴ Gebiete werden im Rahmen der rvSU anhand dieser vier im StandAG festgelegten Kriterien bewertet. Denn speziell diese Kriterien dienen nach § 24 Abs. 3 StandAG der Bewertung der Qualität des sicheren Einschlusses und der zu erwartenden Robustheit des Nachweises – verfolgen also dieselben Bewertungsziele wie die Umfassende Bewertung des Endlagersystems in den rvSU (§ 10 Endlagersysteme, Bewertung Sicherheit des Endlagersystems sowie sicherer Einschluss nach § 4 Endlagersysteme). Zusätzlich besteht ein direkter fachlicher Zusammenhang dieser vier Kriterien mit den zu bewertenden Aspekten in § 7 Abs. 6 Endlagersysteme (BGE 2022a, 2022b). Die Anwendung einzelner geoWK ist nicht mit der erneuten Anwendung der geoWK (wie in § 14 Abs. 1 StandAG gefordert) gleichzusetzen. Diese erfolgt vollumfänglich anhand der elf geoWK nach Abschluss der rvSU.

³⁵ Thema des Projekts RESUS war die „Grundlagenentwicklung für repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen und zur sicherheitsgerichteten Abwägung von Teilgebieten mit besonders günstigen geologischen Voraussetzungen für die sichere Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“. Im Projekt wurden von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) und der BGE Technology GmbH (BGE TEC) u. a. Empfehlungen für die Anwendung der geoWK entwickelt. Weitere Informationen finden sich beispielsweise auf der BGR-Webseite (https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Endlagerung/Projekte/Langzeitsicherheit_und_Standortauswahl/abgeschlossen/resus.html).

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 35

Die Prüfung mittels der rvSU-Kriterien, die aus den geoWK abgeleitet wurden, erfolgt anhand der gesetzlich festgelegten Wertungsgruppen günstig, bedingt günstig, weniger günstig und ungünstig. Dabei ist der Prüfschritt 2 nicht bestanden, sofern:

1. Mindestens drei dieser rvSU-Kriterien mit bedingt günstig bewertet werden.
2. Mindestens eines dieser rvSU-Kriterien mit weniger günstig oder ungünstig und ein weiteres mit bedingt günstig, weniger günstig oder ungünstig bewertet wird (Abbildung 9).

Bei der Prüfung muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass diese nicht ausschließlich auf Bewertungen zu ein und demselben Sachverhalt zur Bewertung der Sicherheit und Robustheit fußt. Damit wird sichergestellt, dass hier eine Gesamtbewertung auf mehreren unabhängigen rvSU-Kriterien beruht.

3.2.2.2 Bewertung durch weitere rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 2

Die Prüfung durch weitere rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 2 erfolgt zunächst, sofern für eines dieser weiteren rvSU-Kriterien eine ungünstige Bewertung zu erwarten ist. Dabei ist der Prüfschritt nicht bestanden, wenn sich keine überwiegend gute Bewertung nachweisen lässt (Abbildung 9). Diese weiteren rvSU-Kriterien beurteilen, zusätzlich zur Bewertung durch die aus den geoWK der Anlagen 1 bis 4 des StandAG abgeleiteten rvSU-Kriterien, weitere sicherheitsrelevante Aspekte, die für eine sicherheitsgerichtete Bewertung der Gebiete entscheidend sind. Die weiteren rvSU-Kriterien definieren daher Anforderungen an Gebiete, die für eine überwiegend gute Bewertung notwendig sind. Beispielsweise können durch die weiteren rvSU-Kriterien bestimmte geologische Verhältnisse, wie das Vorliegen einer ungünstigen tektonischen Gesamtsituation oder das Vorkommen kohlenwasserstoffführender Tongesteine, transparent abgewertet werden. Dadurch werden in Prüfschritt 2 frühzeitig spezifische Sachverhalte adressiert, die einen besonders negativen Einfluss auf die Bewertung des Endlagersystems haben. Oftmals stehen diese auch in einem engen Zusammenhang zu den AK und MA sowie den geoWK. Die Definition der weiteren rvSU-Kriterien erlaubt es jedoch, Sicherheitsreserven³⁶ zu berücksichtigen und spezifische Sachverhalte fachlich zu konkretisieren. Ein Beispiel ist die Festlegung von Mindestbreiten für ein Endlager, die einen engen fachlichen Zusammenhang mit der MA Fläche des Endlagers haben. Jedoch werden durch die Festlegung einer Mindestbreite zusätzlich Anforderungen an die Geometrie der zur Verfügung stehenden Flächen gestellt, die über die reine Betrachtung der Flächengröße hinausgeht.

Potenziell ist die negative Bewertung eines einzigen weiteren rvSU-Kriteriums hinreichend für die Nicht-Erfüllung des Prüfschritts 2. Für weitere rvSU-Kriterien, bei denen sich eine hinreichende Begründung zur Nicht-Erfüllung des Prüfschritts 2 fachlich nicht begründen lässt, werden für die Gesamtbewertung des Prüfschritts zusätzlich die rvSU-Kriterien berücksichtigt, die aus den geoWK abgeleitet sind (Kapitel 3.2.2.1). Dadurch kann auch die Kombination der aus den geoWK abgeleiteten rvSU-Kriterien mit den weiteren rvSU-Kriterien zur Einstufung in Kategorie C führen.

³⁶ Generell gewährleisteten Sicherheitsreserven, dass Kriterien immer noch erfüllt werden bzw. die Sicherheit des Endlagers immer noch gewährleistet ist, wenn die realen Gegebenheiten oder Entwicklungen zu einem gewissen Grad von der ursprünglichen Einschätzung abweichen sollten.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 36

Gesamtbewertung Prüfschritt 2

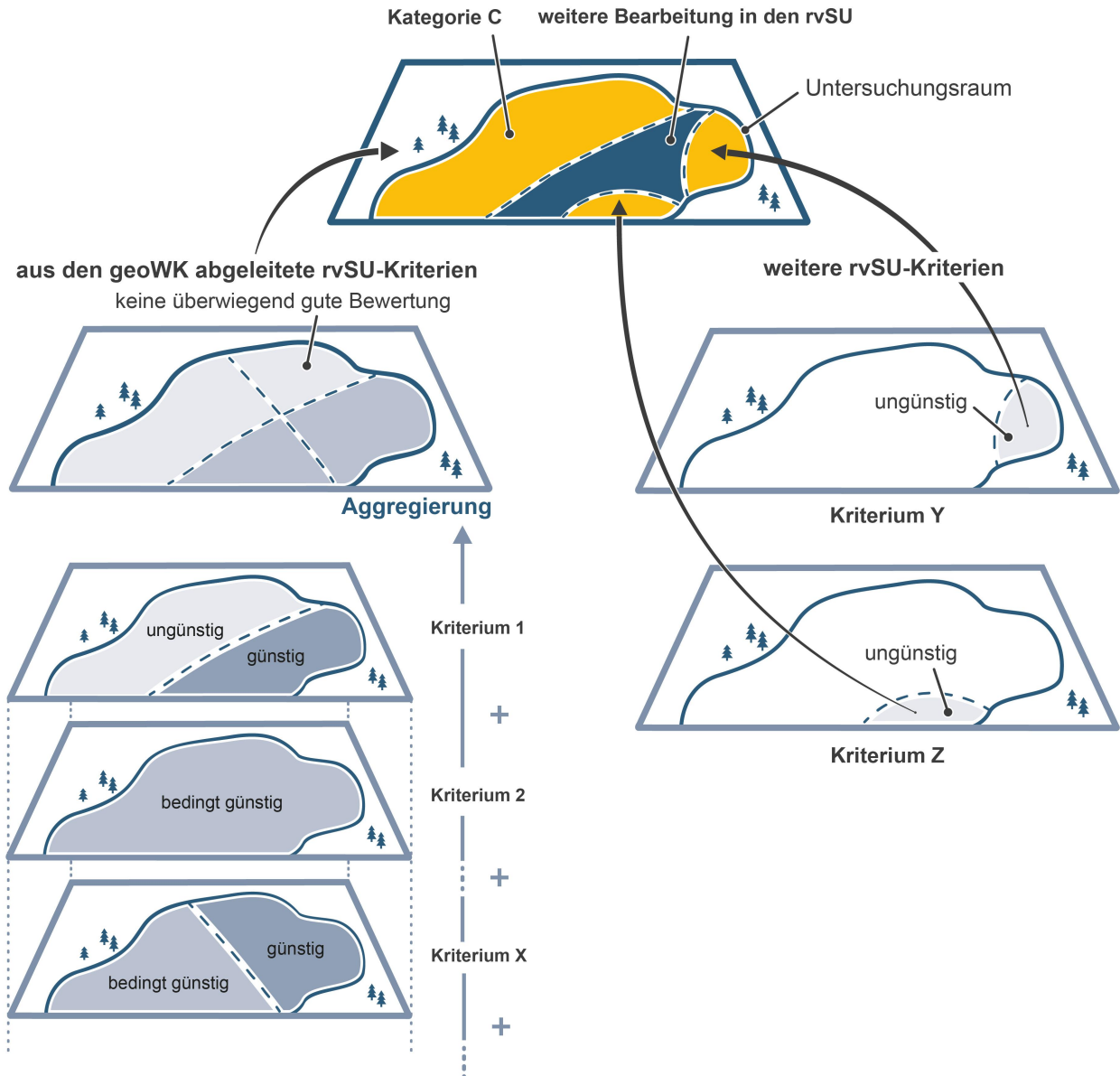


Abbildung 9: Schematische Darstellung der Methode zur Bewertung von Gebieten in Prüfschritt 2.
Bei der Prüfung anhand der rvSU-Kriterien, die aus den geoWK abgeleitet sind, werden mehrere rvSU-Kriterien anhand ihrer Einstufung in Wertungsgruppen zusammen betrachtet; eine ungünstige Bewertung von weiteren rvSU-Kriterien kann dagegen eine direkte Einstufung in Kategorie C zur Folge haben.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 37

3.2.3 Prüfschritt 3 – Quantitative Bewertung des sicheren Einschlusses

Prüfschritt 3 dient der Überprüfung der Möglichkeit des sicheren Einschlusses der Radionuklide anhand der vorgegebenen Grenzwerte für den Massen- und Stoffmengenaustrag.³⁷ Falls in einem Gebiet oder einem Bereich innerhalb eines Gebiets die regulatorischen Anforderungen an den Massen- und Stoffmengenaustrag nicht eingehalten werden, ist das entsprechende Gebiet bzw. der Bereich ungeeignet für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle und wird in die Kategorie C eingestuft. Im Sinne der Überprüfung der Möglichkeit des sicheren Einschlusses stellt die voraussichtliche Einhaltung der Grenzwerte ausschließlich eine notwendige Voraussetzung für die Einhaltung des sicheren Einschlusses dar. Jedoch ist die Einhaltung der Grenzwerte nicht hinreichend, um den sicheren Einschluss zu gewährleisten. Das Aufweisen der notwendigen und hinreichenden Voraussetzungen für den sicheren Einschluss ist Gegenstand der weiterentwickelten und umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, also der späteren Phasen des Verfahrens.³⁸

Voraussetzung zur Durchführung des Prüfschritts 3 sind zunächst weiterführende Vorarbeiten in den Gebieten eines UR, die zuvor in Prüfschritt 1 bzw. 2 nicht bereits in die Kategorien D oder C eingestuft wurden. Im Rahmen dieser weiterführenden Vorarbeiten werden beispielsweise auf Basis der geowissenschaftlichen Langzeitprognose geogene Einwirkungen und Prozesse identifiziert und bewertet sowie zu erwartende Entwicklungen abgeleitet (BGE 2022b). Zu erwartende Entwicklungen sind die Entwicklungen, die sicher oder in der Regel eintreten werden, insbesondere hinsichtlich der geologischen und klimatischen Situation, und die potenziell die geologischen, technischen und geotechnischen Barrieren sowie die einzulagernden Abfälle beeinflussen.³⁹

Durch die Einhaltung der Vorgaben zum Massen- und Stoffmengenaustrag wird auch sichergestellt, dass die Möglichkeit zur Ausweisung eines ewG⁴⁰ besteht. Dies ist der Fall, wenn die eingelagerten Radionuklide gemäß den vorgegebenen Grenzwerten für den Massen- und Stoffmengenaustrag im Betrachtungszeitraum innerhalb des Wirtsgesteins verbleiben (Abbildung 10), was insbesondere von der Konfiguration des Wirtsgesteins (z. B. Mächtigkeit der Barriere, Tiefenlage) und den vorliegenden physikalischen, mineralogischen und chemischen Eigenschaften des Wirtsgesteins (z. B.

³⁷ Dieses in § 4 Abs. 5 EndSiAnfV beschriebene Kriterium legt quantitativ fest, welcher Anteil sowohl der Masse als auch der Anzahl der Atome der eingelagerten Radionuklide maximal aus dem Bereich der wesentlichen Barriere ausgetragen werden darf. Gemäß § 7 Abs. 6 Nr. 3 f) EndSiUnfV (Möglichkeit des sicheren Einschlusses der Radionuklide) ist das Kriterium bereits in den rvSU zu betrachten.

³⁸ In Phase I des Standortauswahlverfahrens wird die Möglichkeit des sicheren Einschlusses bewertet. Eine abschließende Bewertung des sicheren Einschlusses ist im Rahmen der rvSU nicht möglich, weil dazu vielfältige Daten nötig wären, die erst im Rahmen der über- und untertägigen Erkundung in Phase II und III des Standortauswahlverfahrens erfassbar sind. Darüber hinaus sind auch die technischen Rahmenbedingungen eines Endlagers zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht hinreichend spezifiziert, um eine solche abschließende Bewertung vorzunehmen, so ist etwa die Behälterentwicklung bislang noch nicht abgeschlossen.

³⁹ Im Laufe des Bewertungszeitraums von einer Million Jahren wird eine Reihe von Entwicklungen stattfinden, die laut § 3 Abs. 2 bis 4 EndSiAnfV in Verbindung mit § 7 Abs. 6 Nr. 1 EndSiUnfV systematisch zu ermitteln und nach ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit als zu erwartende oder abweichende Entwicklungen einzustufen sind.

⁴⁰ Das wird durch den zu bewertenden Aspekt e) gemäß § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndSiUnfV gefordert.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 38

Temperatur und Porosität) abhängt. Des Weiteren muss die Überprüfung der Massen- und Stoffmengenausträge laut regulatorischen Vorgaben für die zu erwartenden Entwicklungen erfolgen.⁴¹

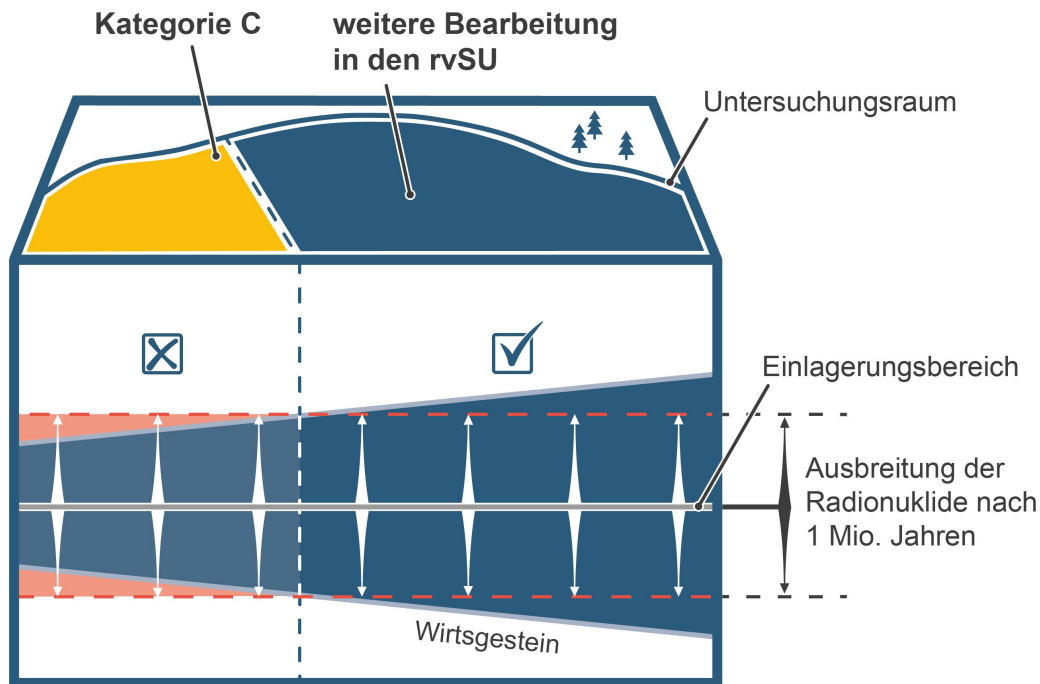


Abbildung 10: Schematische Darstellung der Methode zur Einstufung von Gebieten in Kategorie C in Prüfschritt 3. Die Prüfung des Massen- und Stoffmengenaustrags für ein Gebiet führt zu einer Einstufung in die Kategorie C, wenn die Ausbreitung der Radionuklide den Austrag aus dem WbB erwarten lässt. Dies ist der Fall, wenn die Grenzwerte aus § 4 Abs. 5 EndlSiAnfV überschritten werden.

Generell wird für die Prüfung des sicheren Einschlusses in den rvSU vom Gesetzgeber keine numerische Simulation gefordert; die Prüfung kann auch anhand überschlägiger Abschätzungen und Analogiebetrachtungen erfolgen. Da für den Massen- und Stoffmengenaustrag jedoch für alle vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (vSU) im Laufe des Standortauswahlverfahrens gültige, quantitative Grenzwerte vorgegeben werden, wird eine rechnerische Betrachtung und Bewertung bereits in den rvSU bevorzugt angestrebt. Hierbei bestehen wirtsgesteinsspezifische Herausforderungen, die sich aus den unterschiedlichen Eigenschaften der Wirtsgesteine und der heterogenen Datenlage ergeben. Daher wird für die Bewertung des Massen- und Stoffmengenaustrags entweder eine rechnerische Bewertung der nichtlinearen Zusammenhänge zwischen den geologischen Eingangsgrößen und dem resultierenden Massen- und Stoffmengentransport oder eine verbalargumentative Bewertung vorgenommen.

Eine rechnerische Vorgehensweise erfolgt im Tongestein. Zu diesem Zweck wurde ein integrativer Ansatz entwickelt, der als Kern die Berechnung der Radionuklidtransportlängen entlang vertikaler

⁴¹ Der Zusammenhang mit den zu erwartenden Entwicklungen geht aus dem zu bewertenden Aspekt f) gemäß § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV hervor.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 39

1D-Profile vorsieht. Die Transportlängenberechnungen für den Bewertungszeitraum von einer Million Jahren basieren auf dem von der BGE entwickelten TransPyREnd-Code (Behrens et al. 2023). TransPyREnd steht dabei für „Transportmodell in Python für Radionuklide aus einem Endlager“. Der Ansatz wertet mittels statistischer Verfahren auch die Ungewissheiten aus, die sich aus der begrenzten Kenntnis der Geometrie von Wirtsgestein und umgebendem Gebirge sowie aus den Materialparametern ergeben. Wo ortsspezifische Materialparameter nicht verfügbar sind, werden beispielsweise Analogiebetrachtungen hinzugezogen. Auf diese Weise können die Einhaltung des Massen- und Stoffmengenaustrags flächendifferenziert überprüft werden und damit Aussagen zur geologischen Eignung von Bereichen innerhalb von Gebieten hinsichtlich der Möglichkeit des sicheren Einschusses getroffen werden. Das Modell berücksichtigt die Prozesse Advektion, Diffusion und Sorption sowie den Zerfall der eingelagerten Radionuklide.

Eine mit dem Tongestein vergleichbare rechnerische Vorgehensweise ist für die anderen Wirtsgesteine nur bedingt möglich. Für Steinsalz wurde beispielsweise in bisherigen Forschungsprojekten wie RESUS (Mönig et al. 2020) oder der Vorläufigen Sicherheitsanalyse Gorleben (VSG; Fischer-Appelt et al. 2013) von der prinzipiellen Dichtigkeit von intaktem, ungestörtem Steinsalz ausgegangen. Mit dem jetzigen Kenntnisstand zu Transportprozessen im Steinsalz sowie in Anbetracht der zur Verfügung stehenden geringen Kenntnisse bezüglich des Internbaus von steilstehenden Salzstrukturen und der potenziell großen Heterogenität der Materialeigenschaften sind Ausbreitungsrechnungen absehbar nicht belastbar durchzuführen. Für Steinsalz ist demzufolge nach gegenwärtigem Stand ein verbalargumentativer Ansatz zur Bewertung des Prüfschritts 3 vorgesehen.

Im Wirtsgestein Kristallin erfolgt der Grundwassertransport und somit der potenzielle Transport von Radionukliden maßgeblich über Klüfte. Zum jetzigen Zeitpunkt ist deren Dichte, Orientierung und Öffnungsweite weitestgehend unbekannt, weshalb eine gebietsspezifische rechnerische Prüfung des Massen- und Stoffmengenaustrags als nicht belastbar angesehen wird. Die Ergebnisse hätten durch die großen Ungewissheiten in den Eingangsparametern eine geringe Aussagekraft bezüglich des Massen- und Stoffmengenaustrags im jeweiligen Gebiet. Aufgrund dessen wird im Kristallingestein nach derzeitigem Stand ebenfalls eine verbalargumentative Vorgehensweise verfolgt.

3.2.4 Prüfschritt 4 – Sicherheitsgerichteter Diskurs

Prüfschritt 4, der Sicherheitsgerichtete Diskurs, ist in zwei Teilprüfschritte gegliedert und besteht aus der Räumlichen Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten (Teilprüfschritt 4a) und der Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete (Teilprüfschritt 4b). Teilprüfschritt 4a umfasst dabei eine Fokussierung auf die vielversprechendsten Gebiete innerhalb eines UR anhand derjenigen rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4, die aufgrund der räumlichen Variabilität der bewerteten Gegebenheiten eine hohe lokalspezifische Bedeutung besitzen und somit eine räumliche Differenzierung ermöglichen. Die Grenzen dieser vielversprechendsten Gebiete – der potenziellen Kategorie A-Gebiete – entsprechen nicht abschließend den Grenzen der späteren Standortregionen (evtl. Anwendung der planWK, Kapitel 6). In Teilprüfschritt 4b findet anschließend eine systematische Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete anhand aller in den wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkatalogen festgelegten rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 statt. Durch die vorherige Fokussierung in Teilprüfschritt 4a können diese Gebiete in Teilprüfschritt 4b somit bewertet werden, ohne den Einfluss der

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 40

räumlichen Variabilität der geologischen Eigenschaften berücksichtigen zu müssen. Die beiden Teilprüfschritte greifen zusammen, um die nach Prüfschritt 3 verbliebenen Gebiete in Kategorien B oder A einzustufen, wobei Gebiete der Kategorie A die unter den im Rahmen der rvSU zu prüfenden Sicherheitsaspekten günstigsten Gebiete darstellen.

3.2.4.1 Teilprüfschritt 4a – Räumliche Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten

Ziel des Teilprüfschritts 4a ist eine relative Differenzierung zwischen den gut geeigneten und den bestgeeigneten Gebieten innerhalb eines UR, den potenziellen Kategorie A-Gebieten. Dabei wird ausschließlich die natürlich vorkommende Variabilität der geologischen Eigenschaften innerhalb eines UR ausgenutzt, um diejenigen Gebiete in einem UR zu identifizieren, die für die Endlagerung günstigste Eigenschaften aufweisen (Abbildung 11). Im Ergebnis des Teilprüfschritts 4a wird dadurch mindestens ein Gebiet in einem UR herausgearbeitet, das unter Sicherheitsaspekten nicht weiter verkleinert werden kann. Vorbehaltlich einer weiteren räumlichen Einengung durch eine eventuelle Anwendung der planWK (Kapitel 6) kann eine später ermittelte Standortregion hinsichtlich Form und Größe den in Teilprüfschritt 4a ermittelten potenziellen Kategorie A-Gebieten entsprechen. Die Gebiete innerhalb eines UR, die in Teilprüfschritt 4a als vergleichsweise weniger vielversprechend identifiziert wurden, werden in Kategorie B eingestuft (Abbildung 11).

Die für den Teilprüfschritt 4a herangezogenen rvSU-Kriterien werden aus den wirtsgesteinsspezifischen rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 systematisch anhand ihrer lokalspezifischen Bedeutung (vgl. Kapitel 3.1.1) für das jeweilige Gebiet abgeleitet (Abbildung 12). Dadurch wird ein effizientes und auf grundsätzlich einheitlichen Kriterien basierendes Vorgehen in allen Gebieten sichergestellt. Bei der lokalspezifischen Bedeutung eines rvSU-Kriteriums für die Sicherheit eines möglichen Endlagers spielt insbesondere dessen räumliche Variabilität im zu bewertenden Gebiet eine wichtige Rolle. Auf diese Weise finden im Zuge von Teilprüfschritt 4a nur rvSU-Kriterien Anwendung, die zur belastbaren räumlichen Einengung beitragen können. Beispielsweise können anhand der Tiefenlage des WbB im zu bewertenden Gebiet die Sicherheitsreserven gegenüber fluviatilen und flächenhaften Erosionsprozessen unterhalb der zu erwartenden Erosionsbasis evaluiert werden (Abbildung 11). Dies ist für eine Differenzierung zwischen Gebieten allerdings nur dann relevant, wenn sich anhand einer Variabilität in der Tiefenlage oder der Erosionsbasis räumliche Unterschiede in der Sicherheitsbewertung ergeben.

Nach der Identifikation der für ein betrachtetes Gebiet lokalspezifisch als relevant erachteten rvSU-Kriterien lassen sich diese für das Gebiet einzeln untersuchen. Dabei werden für jedes herangezogene rvSU-Kriterium statt allgemein gültiger Bewertungsgruppen gebietspezifische Entscheidungsschwellen („Cut-Offs“) erarbeitet, durch die lokale Besonderheiten berücksichtigt und die Einengungsentscheidungen nachvollziehbar begründet werden können. Grundlage für die Erarbeitung der Entscheidungsschwellen sind weiterführende geowissenschaftliche Arbeiten, um die betreffenden Gebiete detailliert charakterisieren, analysieren und bewerten zu können. Bei der Erarbeitung der Entscheidungsschwellen spielen insbesondere die im Gebiet zur Verfügung stehenden Spannbreiten und die räumliche Verteilung der zu bewertenden Eigenschaften eine wichtige Rolle. Auch geogene Prozesse und Entwicklungen sind für den Teilprüfschritt der Räumlichen Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten von Bedeutung, da dadurch die jeweiligen Standortgegebenheiten in

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

einem Gebiet im Laufe des Bewertungszeitraums von einer Million Jahren dynamisch betrachtet und analysiert werden können. Entscheidungsschwellen können sowohl qualitativen (z. B. zu erwartende Gebiete homogener Gesteinseigenschaften, Gebiete günstiger Konfiguration der Wirtsgesteinsformation) als auch quantitativen (z. B. günstige Tiefenbereiche, bestgeeignete Gebiete hinsichtlich der Betrachtung des Massen- und Stoffmengenaustrags) Charakters sein. Bei der Erarbeitung der Entscheidungsschwellen können, wie von der Entsorgungskommission (ESK 2021) angeregt, entsprechend auch Sicherheitsreserven von betrachteten Kriterien eine Rolle spielen.

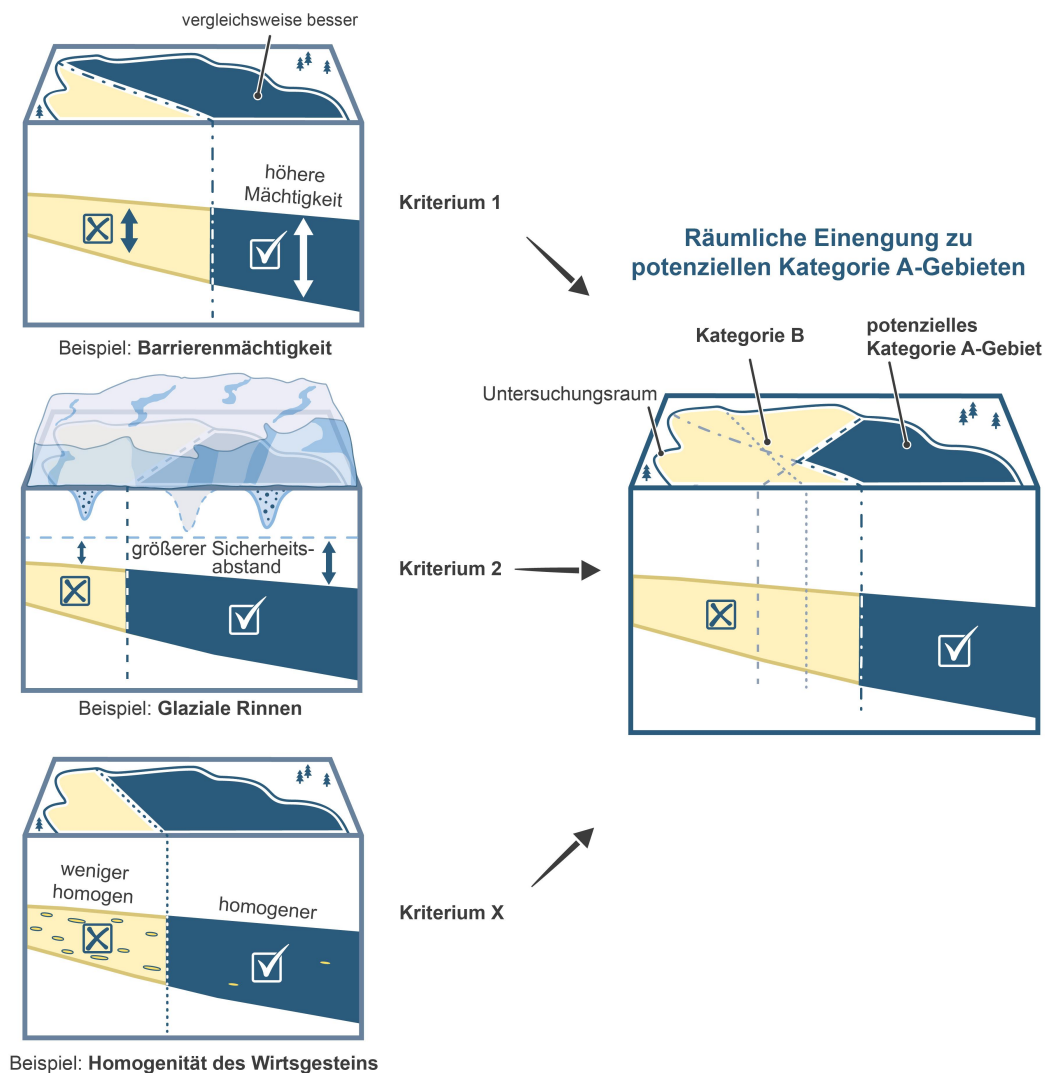


Abbildung 11: Beispiele für rvSU-Kriterien für Teilprüfschritt 4a (Räumliche Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten).

In Teilprüfschritt 4a werden jeweils die rvSU-Kriterien aus Prüfschritt 4 angewendet, die in einem bestimmten betrachteten Gebiet eine hohe lokalspezifische Bedeutung für die Sicherheit haben. Die Anzahl und Art der herangezogenen rvSU-Kriterien unterscheiden sich daher für verschiedene UR. Beispiele für lokalspezifisch relevante Kriterien können die Barrierenmächtigkeit, der Abstand der geologischen Barriere zu glazialen Rinnen und die Homogenität des Wirtsgesteins sein. Die Ergebnisse der Bewertung der einzelnen Kriterien werden zusammengeführt, um potenzielle Kategorie A-Gebiete zu bestimmen.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 42

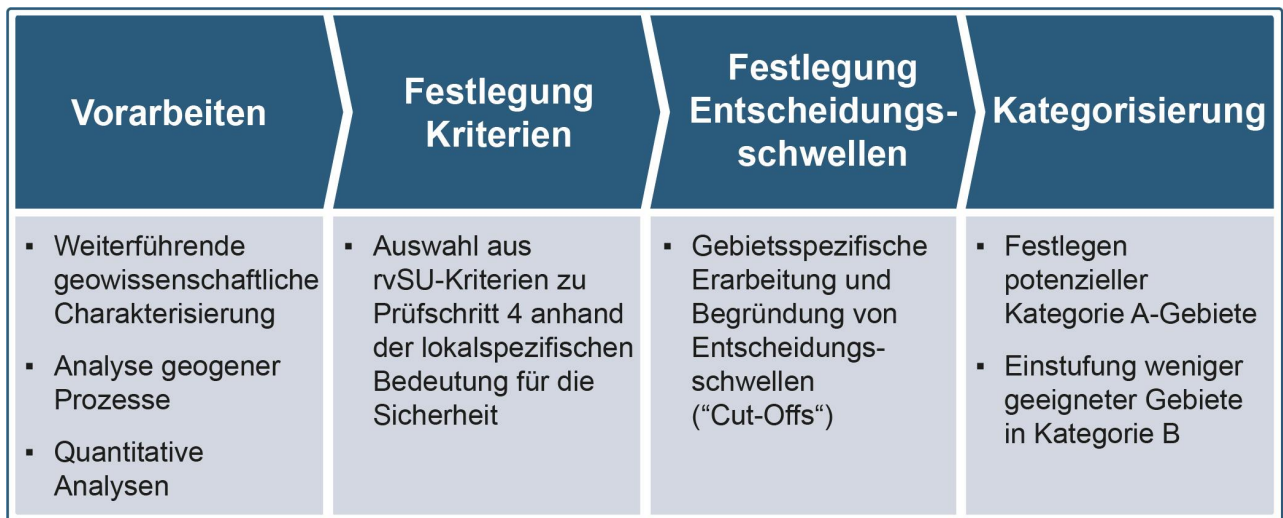


Abbildung 12: Zusammenfassung der Vorgehensweise in Teilprüfschritt 4a (Räumliche Einengung zu potenziellen Kategorie A-Gebieten).
 Auf Grundlage der geowissenschaftlichen Vorarbeiten werden die rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 mit hoher lokalspezifischer Bedeutung sowie die gebietsspezifischen Entscheidungsschwellen für jedes betrachtete Gebiet festgelegt. Nach der Bewertung der Kriterien und räumlichen Anwendung der Entscheidungsschwellen folgt die Einstufung der Gebiete in Kategorie B bzw. ihre Weitergabe an Teilprüfschritt 4b als potenzielle Kategorie A-Gebiete.

Durch die räumliche Anwendung der für ein betrachtetes Gebiet jeweils als lokalspezifisch relevant erachteten rvSU-Kriterien mittels der gebietsspezifisch festgelegten Entscheidungsschwellen werden die betrachteten Gebiete verkleinert. Die Grenzziehung erfolgt dabei anhand der durch die Entscheidungsschwellen definierten Grenzen. Die resultierenden, als potenzielle Kategorie A-Gebiete bezeichneten Gebiete weisen im Hinblick auf die Bewertung der Sicherheit und Robustheit eines potenziellen Endlagersystems im Vergleich zu anderen Gebieten innerhalb des UR die vielversprechendsten Eigenschaften auf. Die Variabilität der Eigenschaften innerhalb der identifizierten potenziellen Kategorie A-Gebiete ist nach der erfolgten Einengung im Rahmen von Teilprüfschritt 4a stark reduziert. Dadurch kann im nachfolgenden Teilprüfschritt 4b eine systematische Bewertung sämtlicher rvSU-Kriterien für Prüfschritt 4 stattfinden, ohne dabei die räumliche Variabilität der Bewertungen im Gebiet gesondert berücksichtigen zu müssen.

3.2.4.2 Teilprüfschritt 4b – Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete

Die Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete (Teilprüfschritt 4b) schließt Prüfschritt 4 ab und ist damit der letzte Schritt in einer rvSU, der zur Kategorisierung von Gebieten innerhalb eines UR durchgeführt wird. Er dient der abschließenden Bewertung der Sicherheit und Robustheit der zuvor ermittelten potenziellen Kategorie A-Gebiete. Anhand der Bewertung in Teilprüfschritt 4b wird festgestellt, ob ein betrachtetes potenzielles Kategorie A-Gebiet in Kategorie A oder Kategorie B eingestuft wird (Abbildung 13). Die Einstufung eines betrachteten Gebiets in Kategorie A zeigt an, dass das Gebiet mit Blick auf die Ermittlung der Standortregionen für die übertägige Erkundung eine besonders hohe Eignung verspricht. Für Kategorie A-Gebiete muss nachgewiesen sein, dass die Prüfschritte 1 bis 3 sowie Teilprüfschritt 4a vollumfänglich bestanden sind („Positiv-Nachweis“).

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 43

Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete

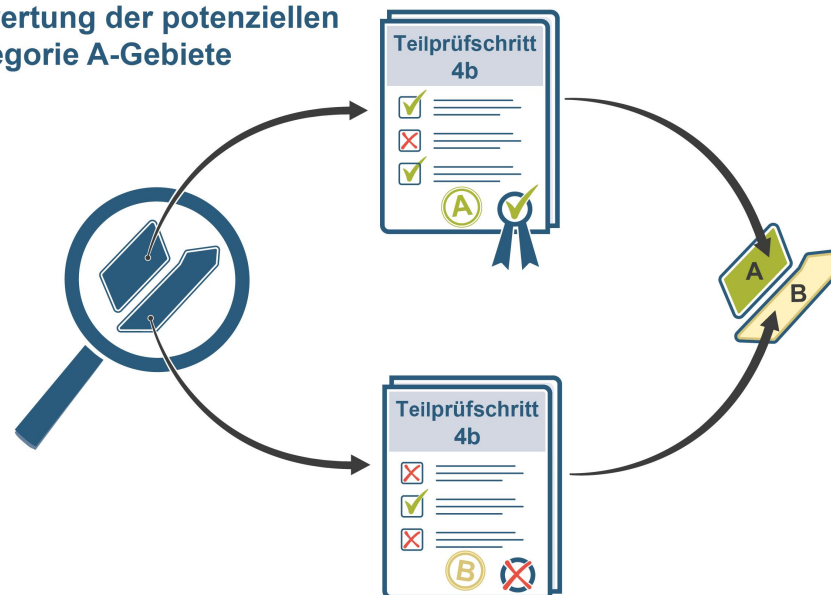


Abbildung 13: Schematische Darstellung der Vorgehensweise in Teilprüfschritt 4b (Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete) mit exemplarischer Anzahl an Gebieten. In Teilprüfschritt 4b findet anhand der rvSU-Kriterien für Prüfschritt 4 aus den wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkatalogen eine systematische Bewertung der zuvor in Teilprüfschritt 4a ermittelten potenziellen Kategorie A-Gebiete statt. Anhand dieser Bewertungen wird ein betrachtetes Gebiet entweder in Kategorie A oder in Kategorie B eingestuft.

Ausgangspunkt des Teilprüfschritts 4b sind die potenziellen Kategorie A-Gebiete aus Teilprüfschritt 4a, also diejenigen Gebiete innerhalb eines UR, die durch die vorherigen Prüfschritte nicht bereits in die Kategorien D und C (Prüfschritte 1 bis 3, siehe Kapitel 3.2.1 bis 3.2.3) oder B (Teilprüfschritt 4a, siehe Kapitel 3.2.4.1) eingestuft wurden. Im Gegensatz zum vorherigen Teilprüfschritt 4a, in dem jeweils nur lokalspezifisch relevante rvSU-Kriterien des Prüfschritts 4 aus den wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkatalogen angewendet werden, kommen in Teilprüfschritt 4b sämtliche für Prüfschritt 4 festgelegte rvSU-Kriterien des entsprechenden Wirtsgesteinstyps zur Anwendung, um die potenziellen Kategorie A-Gebiete zu bewerten. Anschließend werden die Bewertungsergebnisse der einzelnen rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 zu einer Gesamtbewertung aggregiert. Die Aggregation kann verbalargumentativ erfolgen, wobei – unabhängig vom reinen Bewertungsergebnis der Einzelkriterien – zusätzlich beispielsweise Wechselwirkungen zwischen einzelnen rvSU-Kriterien sowie lokale Besonderheiten des jeweils betrachteten potenziellen Kategorie A-Gebiets in die Gesamtbewertung einbezogen werden können.

Ausschließlich die unter sicherheitsgerichteten Aspekten bestgeeigneten Gebiete werden in die Kategorie A eingestuft. Ermittelte Kategorie A-Gebiete überschreiten somit in jedem Fall ein bestimmtes Eignungsniveau bezüglich der Sicherheit und Robustheit. Ein mögliches Ergebnis des Teilprüfschritts 4b kann auch sein, dass für einen UR kein Kategorie A-Gebiet identifiziert wird. Ebenfalls möglich ist, dass in einem UR mehrere Gebiete der Kategorie A ermittelt werden. Der räumliche Umriss eines Kategorie A-Gebiets entspricht dem des jeweils zugrunde liegenden potenziellen Ka-

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 44

tegorie A-Gebiets aus Teilprüfschritt 4a. Im Ergebnis des Teilprüfschritts 4b müssen für jedes ermittelte Kategorie A-Gebiet die Gründe, die zur Einstufung des jeweiligen Gebiets geführt haben, klar erkennbar sein.

Für die verbalargumentativ begründete Bewertung der rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 wird ein Bewertungsschema benötigt, für das sich weder in StandAG noch in EndlSiAnfV oder EndlSiUntV konkrete Vorgaben finden. Die Einführung einer einheitlichen Bewertungsskala zur Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete innerhalb des Teilprüfschritts 4b ermöglicht eine nachvollziehbare und vergleichbare Vorgehensweise bei der Bewertung. Dadurch werden die Gleichbehandlung der betrachteten Gebiete sichergestellt sowie wichtige Grundlagen für die Möglichkeit eines Vergleichs zwischen den Kategorie A-Gebieten (nach Anwendung der geoWK, Kapitel 5) eröffnet. Innerhalb des Bewertungsschemas soll zudem der jeweilige Kenntnisstand zum entsprechenden rvSU-Kriterium systematisch mitbeurteilt werden. Die Beurteilung des Kenntnisstands ist erforderlich, um abschätzen zu können, wie gesichert die Bewertung ist, und die Bewertung somit im Gesamtzusammenhang einordnen zu können. Die Mitbeurteilung des Kenntnisstands zu einem entsprechenden rvSU-Kriterium steht in Zusammenhang mit den für ein Gebiet bestehenden Ungewissheiten, die im Rahmen der rvSU ebenfalls systematisch mitzubetrachten sind.⁴² Grundlage der Mitbeurteilung des Kenntnisstands zu einem zur Anwendung kommenden rvSU-Kriterium sind die für ein betrachtetes Gebiet jeweils vorliegenden Daten und Informationen. Diese gehen aus der von den Bundes- und Landesbehörden für das Standortauswahlverfahren zur Verfügung gestellten Datenbasis hervor und ergeben sich auch aus den geowissenschaftlichen Detailbetrachtungen zu den jeweils untersuchten Gebieten im Laufe der vorherigen Prüfschritte.

Zum Abschluss des Teilprüfschritts 4b werden die Einzelergebnisse der Bewertungen der einzelnen rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 unter Berücksichtigung des jeweiligen Kenntnisstands im Rahmen einer Gesamtbewertung gegeneinander abgewogen. So wird aus einer gesamtheitlichen Perspektive heraus begründet, ob und wieso ein betrachtetes Gebiet in die Kategorie A eingestuft wird (Abbildung 14).

3.3 Umfassende Bewertung des Endlagersystems

Ausgehend von den Ergebnissen der Prüfschritte 1 bis 4 werden im Rahmen der Umfassenden Bewertung des Endlagersystems dessen Sicherheit und Robustheit bewertet. Insbesondere ist zu bewerten, inwiefern für den jeweiligen UR in Verbindung mit dem ihm zugeordneten vorläufigen Sicherheitskonzept zu erwarten ist, dass die Anforderungen an den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle erfüllt werden können. Die Umfassende Bewertung des Endlagersystems stellt damit „die zentrale Aussage einer vorläufigen Sicherheitsuntersuchung dar“ und beinhaltet „eine Prognose

⁴² Laut § 11 EndlSiUntV sind im Rahmen der rvSU bestehende Ungewissheiten systematisch auszuweisen und zu berücksichtigen. Die beschriebene Mitbeurteilung des Kenntnisstands zu einem rvSU-Kriterium trägt hierzu bei.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 45



Abbildung 14: Zusammenfassung der Vorgehensweise in Teilprüfschritt 4b (Bewertung der potenziellen Kategorie A-Gebiete).
Für jedes potenzielle Kategorie A-Gebiet folgt innerhalb von Teilprüfschritt 4b nach der Bewertung der einzelnen rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 und der Beurteilung des Kenntnisstands zu jedem der Kriterien die Gesamtbewertung für das betrachtete Gebiet. Auf Basis dieser Gesamtbewertung findet im Anschluss innerhalb der Umfassenden Bewertung des Endlagersystems (Kapitel 3.3) die Einstufung des Gebiets in Kategorie A oder B statt.

über die zu erwartende Qualität des erreichbaren Einschlusses der radioaktiven Abfälle im jeweiligen Untersuchungsraum“.⁴³

Alle Gebiete innerhalb eines UR werden formal durch die Umfassende Bewertung des Endlagersystems in die Kategorien D bis A eingestuft. Da diese Einstufung auf den Ergebnissen der einzelnen vorangegangenen Prüfschritte der rvSU basiert, ist die Umfassende Bewertung des Endlagersystems umso umfangreicher, je mehr Gebiete unterschiedlicher Kategorien in einem UR ermittelt wurden und je günstiger die Gebiete bewertet wurden. Die Entkopplung der Umfassenden Bewertung des Endlagersystems von den Prüfschritten der rvSU bietet die Möglichkeit, die Ergebnisse aller Prüfschritte im Gesamtzusammenhang zu überprüfen und sie im Rahmen der Umfassenden Bewertung nötigenfalls zur finalen Bewertung um die Auswertung weiterer Informationen zu ergänzen.

Für UR mit Gebieten der Kategorie A wird in der Umfassenden Bewertung des Endlagersystems über die Prüfung der Vollständigkeit der Bewertung in den Prüfschritten und der formalen Einstufung der Gebiete in die Kategorien D bis A hinaus der (vorläufige) Safety Case dargelegt. Ein Safety

⁴³ Dies ist die Definition der Umfassenden Bewertung des Endlagersystems gemäß BT-Drs. 19/19291, S. 52. Bei der Umfassenden Bewertung des Endlagersystems gemäß § 10 EndlSiUntV sind neben den Ergebnissen der Prüfschritte im Rahmen der rvSU die Anforderungen nach § 4 EndlSiAnfV als Maßstab heranzuziehen. In diesem Kontext wird auch die Robustheit des Endlagersystems bewertet.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 46

Case, im Deutschen mit Sicherheitsanalyse oder Sicherheitsbewertung bezeichnet, ist eine Sammlung aller Argumente und Nachweise, die die Sicherheit einer Anlage, beispielsweise eines Endlagersystems, demonstrieren.⁴⁴

Als zentrale Komponente der Prüfung setzt sich die Umfassende Bewertung des Endlagersystems somit aus vier Teilen zusammen:

1. der Zusammenfassung der Ergebnisse der bisherigen Prüfschritte,
2. der formalen Einstufung der Gebiete in die Kategorien D bis A,
3. für Kategorie A-Gebiete weiteren, an einen Safety Case angelehnten Bewertungen und
4. einer abschließenden, vom StandAG für die rvSU geforderten Bewertung, inwieweit der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle unter Ausnutzung der geologischen Standortgegebenheiten erwartet werden kann.⁴⁵

Unter Zuhilfenahme von kartografischen Darstellungen (Abbildung 4) sollen aus dieser Herangehensweise die Gründe für die jeweilige Kategorisierung der Gebiete innerhalb eines UR kompakt hervorgehen.

4 Erneute Anwendung der geoWK

Die geoWK bestehen aus insgesamt elf Kriterien, die anhand von 40 Einzelindikatoren geowissenschaftliche Gegebenheiten bewerten, die für die Sicherheit eines Endlagers maßgeblich sind.⁴⁶ Die geoWK umfassen geologische, geophysikalische, hydrologische und geochemische Aspekte und sind aufgrund dieser thematisch breiten Aufstellung geeignet, die geologische Gesamtsituation eines Gebiets zu bewerten. Bei der erneuten Anwendung der geoWK kann die Abwägung zwischen Kategorie A-Gebieten basierend auf den unterschiedlichen geologischen Gegebenheiten zu einer Reduzierung der Anzahl der Kategorie A-Gebiete beitragen. Im Gegensatz zu Prüfschritt 2 der rvSU, in dem entsprechend der von der BGE entwickelten methodischen Vorgehensweise aus den geoWK der Anlagen 1 bis 4 des StandAG abgeleitete rvSU-Kriterien angewendet werden (vgl. Kapitel 3.2.2.1), werden im Rahmen des nach § 14 StandAG geforderten Arbeitsschritts der erneuten Anwendung der geoWK alle im StandAG benannten geoWK entsprechend ihrer Wertungsgruppen

⁴⁴ „Gemäß der IAEO [IAEA – International Atomic Energy Agency] handelt es sich beim Safety Case um die Sammlung von Argumenten und Beweisen zur Demonstration der Sicherheit einer Anlage. Der Safety Case ist dabei mehr als die letztlich für einen Genehmigungsantrag eingereichten Nachweise, sondern vielmehr eine während der Lebensdauer eines Projektes fortgeschriebene Sammlung entsprechender Argumente und Beweise, auf deren Basis im gesamten Projektverlauf Entscheidungen getroffen, gerechtfertigt und dokumentiert werden.“ (BASE o. J.).

⁴⁵ Die Umfassende Bewertung des Endlagersystems soll eine prägnante Aussage über die Eignung des betrachteten Gebiets zum Einschluss radioaktiver Abfälle, wie es § 27 Abs. 1 StandAG für die rvSU vorsieht, enthalten. Diese kann als schnell zugängliche Orientierung darüber dienen, ob ein bestimmtes Gebiet als geeignet oder ungeeignet betrachtet wird.

⁴⁶ In § 24 StandAG sowie den dazugehörigen Anlagen 1 bis 11 des StandAG sind die Zielsetzung, die bewertungsrelevanten Eigenschaften, Bewertungsgrößen und Wertungsgruppen der geoWK geregelt. Die Zielsetzung ist demnach die Bewertung, „ob in einem Gebiet eine günstige geologische Gesamtsituation vorliegt“ (§ 24 Abs. 1 StandAG). Die Bewertung erfolgt anhand von Kriterien, die die Qualität des Einschlusses und die zu erwartende Robustheit des Nachweises (Anlagen 1 bis 4 des StandAG), die Absicherung des Isolationsvermögens (Anlagen 5 und 6 des StandAG) sowie weitere sicherheitsrelevante Eigenschaften (Anlagen 7 bis 11 des StandAG) betreffen.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 47

systematisch bewertet. Die erneute Anwendung der geoWK nach StandAG findet entsprechend nach der Durchführung der rvSU statt.

Die geoWK wurden auch schon in Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens angewendet (BGE 2020g, 2020k). Das Vorgehen in Schritt 2 ist im Wesentlichen konsistent zu Schritt 1 (Tabelle 1): Grundsätzlich werden alle geoWK anhand der im StandAG definierten Einzelindikatoren und Wertungsgruppen bewertet und mittels einer verbalargumentativen Abwägung zu einem Gesamturteil aggregiert (Abbildung 15). Sowohl in Schritt 1 als auch in Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens findet diese Bewertung durch die geoWK jeweils für ein Gebiet statt. Das bedeutet für Schritt 2 der Phase I, dass jeweils ein Bewertungsergebnis für ein aus den rvSU hervorgehendes Kategorie A-Gebiet als Ganzes abgeleitet wird. Entsprechend kann ein einzelnes Kategorie A-Gebiet durch die geoWK nicht räumlich verkleinert werden. Die Durchführung der rvSU zu Beginn von Schritt 2 der Phase I, die der erneuten Anwendung der geoWK vorgeschaltet sind, sowie einige methodische Weiterentwicklungen (wie dem Best Estimate-Ansatz anstelle des konservativen Ansatzes in Schritt 1 oder der Weiterentwicklung der Referenzdatensätze; siehe Kapitel 4.2 und Tabelle 1 für Details) wirken sich jedoch auf die Anwendung und die Rolle der geoWK bei der Ermittlung der Standortregionen aus. Beispielsweise wird in den rvSU systematisch die Relevanz der geoWK für jedes Kategorie A-Gebiet abgeleitet und anschließend bei der Anwendung der geoWK berücksichtigt (Kapitel 4.3).

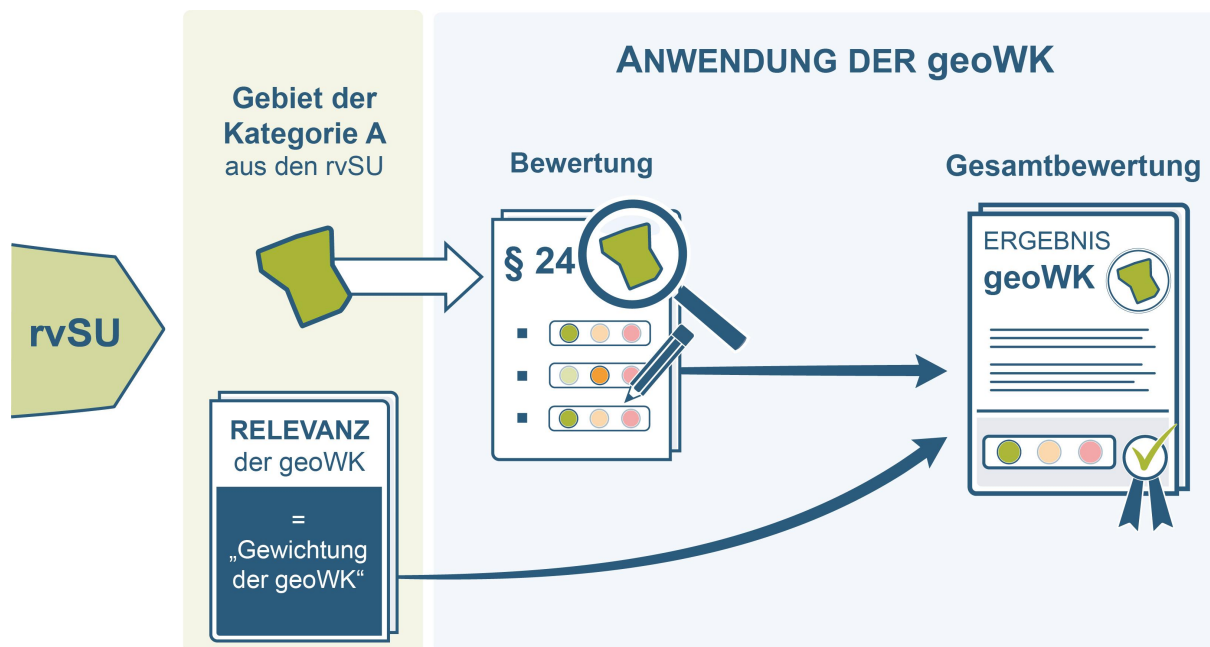


Abbildung 15: Schematische Darstellung der erneuten Anwendung der geoWK nach Durchführung der rvSU.

Im Anschluss an die rvSU werden auf die ermittelten Kategorie A-Gebiete erneut die geoWK angewendet. Hierbei werden jeder Indikator und jedes Kriterium separat anhand der gesetzlich festgelegten Wertungsgruppen bewertet, bevor die Ergebnisse unter Berücksichtigung der Relevanz der geoWK (Kapitel 4.3) zu einer Gesamtbewertung für die Kategorie A-Gebiete aggregiert werden. Im Anschluss werden die Kategorie A-Gebiete eines Wirtsgesteinstyps untereinander verglichen, um potenzielle Standortregionen zu ermitteln.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 48

4.1 Auswirkungen der Durchführung der rvSU auf die erneute Anwendung der geoWK

In Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens waren bei der Ermittlung der Teilgebiete die geoWK neben den AK und MA die einzigen „Werkzeuge“ zur Bewertung und Abwägung zwischen Gebieten.⁴⁷ Im Gegensatz dazu sind in Schritt 2 der Phase I die rvSU als weiteres Instrument der erneuten Anwendung der geoWK vorgeschaltet. Die Gebiete, die nun von den geoWK bewertet werden, wurden also nicht nur bereits in Schritt 1, sondern auch in den rvSU in Schritt 2 bewertet und für günstig befunden (Tabelle 1). Den geoWK kommt in Schritt 2 der Phase I somit im Wesentlichen eine Überprüfung der in den rvSU erlangten Ergebnisse zu. Im Gegensatz zu den rvSU-Kriterien sind die geoWK in ihrer Anwendung den im StandAG definierten Wertungsgruppen unterworfen. Damit soll anhand der geoWK eine von den rvSU-Kriterien und den Vorgaben in der EndSiUntV und EndSiAnfV unabhängige Bewertung der Gebiete erfolgen.

Die erneute Anwendung der geoWK kann auf die im Rahmen der rvSU ermittelten Kategorie A-Gebiete beschränkt werden, weil für die im Rahmen der rvSU in die Kategorien D, C oder B eingestuft Gebiete ausgeschlossen werden kann, dass sie allein aufgrund einer erneuten Anwendung der geoWK für einen „Standort mit der bestmöglichen Sicherheit“ (§ 1 Abs. 2 StandAG) infrage kämen. Die der erneuten Anwendung der geoWK in Schritt 2 der Phase I des Verfahrens vorangestellte Durchführung der rvSU bewirkt, dass bereits im Vorfeld der Anwendung der geoWK detaillierte geowissenschaftliche Charakterisierungen, Sicherheitsanalysen und Sicherheitsbewertungen stattfinden, die als Informationsgrundlage für die Bewertung der geoWK dienen (Tabelle 1). Diese Vorarbeiten basieren generell auf zur Verfügung gestellten Daten der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) und weiteren Institutionen, von der BGE prozessierten Daten sowie auf Ergebnissen aus Forschungsprojekten.⁴⁸ Dementsprechend wird der Detaillierungsgrad der Bewertung im Zuge der Ermittlung von Standortregionen im Vergleich zur Ermittlung der Teilgebiete erhöht.

4.2 Auswirkungen der methodischen Weiterentwicklungen auf die Anwendung der geoWK

Bei der Anwendung der geoWK in Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens wurde für viele geoWK ein konservativer Ansatz gewählt: Um keine Gebiete aufgrund einer schlechten Datenlage abzuwerten, wurden der Bewertung der Gebiete die Daten zugrunde gelegt, die zur günstigsten erwartbaren Bewertung führten. In Schritt 2 der Phase I wird nun stattdessen der Best Estimate-Ansatz⁴⁹ verfolgt. Dies bedeutet, dass die Bewertung die am wahrscheinlichsten auftretenden geologischen Gegebenheiten widerspiegeln soll (Tabelle 1).


⁴⁷ Die Durchführung von Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens ist in § 13 StandAG geregelt.

⁴⁸ Weiterführende Informationen zu in den rvSU erarbeiteten Informations- bzw. Bewertungsgrundlagen finden sich in den entsprechenden Unterlagen zur Durchführung der rvSU (BGE 2022a, 2022b). Weitere Informationen zu den von der BGE beauftragten Forschungsprojekten sind auf der BGE-Webseite zusammengestellt (<https://www.bge.de/de/endlagersuche/forschung/>).


⁴⁹ Dem Best Estimate-Ansatz wird im gesamten Schritt 2 der Phase I, also auch in den rvSU gefolgt (BGE 2022b, S. 240).

Tabelle 1: Zusammenfassung der Anwendungen der geoWK in Schritt 1 und Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens sowie der sich daraus ergebenden methodischen Weiterentwicklungen.

	Anwendung Schritt 1, Phase I	Anwendung Schritt 2, Phase I	Konsistente Elemente	Weiterentwicklung gegenüber Schritt 1
Anwendungsziele	Ermittlung von <u>Teilgebieten</u> durch Bewertung der günstigen geologischen Gesamtsituation	Ermittlung von <u>Standortregionen</u> durch Überprüfung der Ergebnisse der rvSU	Überprüfung der günstigen geologischen Gesamtsituation, indirekte Abwägung zwischen Gebieten	Gebiete, die in Schritt 2 mit den geoWK bewertet werden, haben bereits die Bewertungen in Schritt 1 und die rvSU in Schritt 2 durchlaufen. Sie sind dementsprechend bereits als günstig bewertet und die Anwendung der geoWK dient der Überprüfung der bisher erzielten Ergebnisse.
Bewertungsgrundsatz	<u>Oftmals konservativ</u>	<u>Best Estimate</u>	Bewertungsgrundsatz dient Anwendungsziel (vgl. Zeile 1 dieser Tabelle)	Zur Einengung der Gebiete in Schritt 2 der Phase I trägt es bei, nicht den günstigsten Fall für eine Bewertung anzunehmen, sondern eine möglichst realistische, fachlich begründete Einschätzung der Gegebenheiten vorzunehmen (Best Estimate).
Bewertete Gebiete	<u>Identifizierte Gebiete</u> (Gebiete außerhalb der Flächen, die durch die Anwendung der AK ausgeschlossen wurden, und außerdem alle MA erfüllen.)	<u>Gebiete der Kategorie A</u> (Gebiete, die in den rvSU die beste Bewertung erfahren haben.)	Gebietsspezifische, aber nicht innerhalb des Gebiets räumlich differenzierte Bewertung	Durch die fortgeschrittene Einengung besitzen Gebiete im Durchschnitt geringere flächenhafte Ausdehnung sowie eine deutlich geringere Variabilität als in Schritt 1 der Phase I. Damit ist der Detaillierungsgrad der Bewertung im Vergleich zu Schritt 1 erhöht.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten		Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.:	Rev
		NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAAAN	AAAAANNA	AAAAAN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301						U	TF	0001	00
Blatt: 49										
 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG										

	Anwendung Schritt 1, Phase I	Anwendung Schritt 2, Phase I	Konsistente Elemente	Weiterentwicklung gegenüber Schritt 1
Zielhorizonte für Indikatoren mit ewG-Bezug	<u>Wirtsgestein</u> ermittelt mittels stratigrafischem Ansatz	<u>WbB</u> ermittelt mittels lithologischem Ansatz	Ein ewG wird noch nicht berücksichtigt, da dessen Ausdehnung erst in späteren Phasen des Standortauswahlverfahrens festgelegt werden kann.	Anstelle der gesamten Wirtsgesteinsformation wird in Schritt 2 der Phase I der durch die detaillierten Bewertungen der rvSU eingegrenzte WbB betrachtet. Statt der Stratigrafie wird die Lithologie zur Beschreibung des potenziellen ewG verwendet.
Bewertungsgrundlage	Von den SGD bereitgestellte (für BGE-Methodik nötige) Daten, von der BGE prozessierte Daten, auf Literatur basierende Referenzdatensätze, Literatur.	<u>Ergebnisse aus den rvSU</u> mit der dazugehörigen Datengrundlage	Auswertung bereits bestehender geowissenschaftlicher Daten	Bewertung basiert auf den vorläufigen Sicherheits- und Endlagerkonzepten, der geowissenschaftlichen Charakterisierung sowie Analysen und Bewertungen aus den rvSU.
Referenzdatensätze	<u>Wirtsgesteinsspezifische Referenzdatensätze</u> , die generische Bewertung auf Ebene der Wirtsgesteine ermöglichen (BGE 2020b).	Referenzdaten auf Grundlage der Lithologie, Tiefenlage und/oder anderen Einflussgrößen.	Anwendung von Referenzdaten für eine generische Bewertung, wenn spezifischere Daten nicht zur Verfügung stehen.	Statt wirtsgesteinsspezifischer werden stärker ausdifferenzierte Referenzdatensätze erstellt, die eine detailliertere Zuordnung der Daten zu Gebieten ermöglichen.
Berücksichtigung der Relevanz der geoWK	Indirekte Berücksichtigung der Relevanz durch die gebietsspezifische Bewertung besonders relevanter Kriterien, während die restlichen Kriterien gemäß Referenzdatensatz bewertet wurden.	Explizite und systematische Berücksichtigung der Relevanz der geoWK.	Berücksichtigung der Bedeutung der geoWK für die Sicherheit bei der verbalargumentativen Abwägung der Ergebnisse zu einem Gesamturteil.	Systematische Erfassung der Relevanz der geoWK auf Ebene der Indikatoren innerhalb der rvSU hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Sicherheitsfunktionen, des Kenntnisstands sowie des Potenzials für den Erkenntnisgewinn (Kapitel 4.3).

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten		Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.:	Rev
		NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAAAN	AAAAAN	ANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301						U	TF	0001	00
Blatt: 50										
 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG										

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 51

Weil auch in Schritt 2 der Phase I nicht alle zur detaillierten Bewertung der geoWK benötigten gebietsspezifischen Daten zur Verfügung stehen werden, kommen wie in Schritt 1 der Phase I Referenzdatensätze zur Anwendung (vgl. BGE 2020b). Referenzdatensätze enthalten repräsentative Werte für bestimmte zu bewertende Parameter, beispielsweise Gesteinseigenschaften wie die Durchlässigkeit. Dem Best Estimate-Ansatz folgend, sollen die Referenzdaten im Zuge der Ermittlung der Standortregionen in Schritt 2 nicht wie in Schritt 1 der Phase I einen Wirtsgesteinstyp repräsentieren, womit alle Gebiete eines Wirtsgesteinstyps gleich bewertet würden, sondern stärker nach Lithologie oder anderen Unterscheidungsmerkmalen wie z. B. der Tiefenlage aufgeschlüsselt sein. Dies erlaubt eine spezifischere Bewertung unterschiedlicher Gebiete und erhöht damit wieder den Detaillierungsgrad der Bewertung gegenüber Schritt 1 der Phase I (Tabelle 1).

Eine weitere methodische Anpassung gegenüber Schritt 1 besteht in der Betrachtung der lithologischen anstelle der stratigrafischen Einheiten (vgl. z. B. Prüfschritt 1, Kapitel 3.2.1 oder Tabelle 1).³³ Indikatoren der geoWK, die sich auf den ewG beziehen, der aber in der laufenden Phase I des Standortauswahlverfahrens noch nicht ausgewiesen werden kann, bezogen sich in Schritt 1 der Phase I auf das mittels stratigrafischem Ansatz ermittelte Wirtsgestein. In Schritt 2 werden diese Indikatoren stattdessen auf den mittels lithologischem Ansatz identifizierten WbB bezogen.

4.3 Bewertung der Relevanz der geoWK

Für die Anwendung der geoWK ist die Bewertung der Relevanz der geoWK bzw. der zugehörigen Indikatoren eine entscheidende Grundlage, da sie eine begründete Gewichtung der Einzelwertungen in der verbalargumentativen Gesamtbewertung erlaubt. Ein Indikator bzw. ein geoWK mit einer geringen Relevanz wird also mit geringerer Gewichtung in die Bewertung der geologischen Gesamtsituation mittels der geoWK einfließen und daher weniger entscheidungserheblich sein als ein Indikator/geoWK mit relativ hoher Relevanz.

Formell findet die Bewertung der Relevanz der geoWK in den rvSU für die Kategorie A-Gebiete statt.⁵⁰ Dabei gilt es darzulegen, welche Relevanz die einzelnen Abwägungskriterien nach den Anlagen 1 bis 11 des StandAG für die Beurteilung des jeweiligen Endlagersystems haben. Die Bewertung der Relevanz eines Indikators erfolgt dabei anhand von drei Relevanzaspekten (RA1, RA2, RA3):

- RA1: der Bedeutung des Indikators für die Sicherheitsfunktionen,
- RA2: des aktuellen Kenntnisstands zum Indikator im Kategorie A-Gebiet und
- RA3: des Potenzials zum Erkenntnisgewinn im Kategorie A-Gebiet.

⁵⁰ Die Darlegung der Relevanz der geoWK innerhalb der rvSU ist durch § 7 Abs. 4 EndlSiUntV gefordert. Hier werden in den Nr. 1 bis 3 auch die drei Aspekte der Relevanz festgelegt (RA1 bis RA3, siehe Text).

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 52

Sicherheitsfunktionen, auf die RA1 bezogen ist, beschreiben die Eigenschaften oder während des Bewertungszeitraums ablaufenden Prozesse im Endlagersystem, die sicherheitsrelevant sind. Zentral sind zwei Hauptsicherheitsfunktionen, die die Barrieren des Endlagersystems⁵¹ zum Erreichen der Sicherheitsanforderungen übernehmen (BGE 2022b, S. 105): der Einschluss der radioaktiven Abfälle und die Rückhaltung von Radionukliden. Die erste Hauptsicherheitsfunktion soll vor allem den Schutz des Barrierensystems vor schädlichen Einflüssen gewährleisten, sodass die Integrität des gesamten Barrierensystems, insbesondere aber die Integrität der wesentlichen Barriere aufrechterhalten bleibt. Durch die zweite Hauptsicherheitsfunktion wird die Be- bzw. Verhinderung der Migration von Radionukliden insbesondere im Zeitraum nach einem möglichen Integritätsverlust der Endlagerbehälter sichergestellt. Für diese Hauptsicherheitsfunktionen wird die generelle Bedeutung (vgl. Abbildung 5) der Indikatoren der geoWK für jedes Wirtsgestein definiert, die für eine Abwägung der Gebiete innerhalb eines Wirtsgesteins mittels der geoWK zum Tragen kommt.⁵² Durch die unterschiedlichen Eigenschaften von Tongestein, Steinsalz und Kristallin wird sich auch die generelle Bedeutung der Indikatoren der geoWK (RA1) für die Wirtsgesteine oftmals grundlegend unterscheiden.

Die Bewertung des aktuellen Kenntnisstands (RA2) hängt maßgeblich von der Verfügbarkeit entsprechender lokaler Daten und den Kenntnissen zum jeweiligen Indikator, also den Ungewissheiten ab. Das Potenzial für den Erkenntnisgewinn (RA3) stellt allgemein dar, welcher Kenntnisstand durch Erkundungstätigkeiten erreicht werden kann. Relevanzaspekt 3 gibt somit den potenziellen zukünftigen Kenntnisstand an, wodurch RA3 immer mindestens so hoch sein muss wie der jetzige Kenntnisstand (RA2). Die Bewertung des RA3 hat einen engen Zusammenhang zur Ableitung der Erkundungsbedarfe (Kapitel 8).

Für alle drei RA wird für die Indikatoren der geoWK eine Bewertung in gering, mittel oder hoch vorgenommen. Aus der Zusammenfassung der Bewertungen der drei RA wird die Relevanz des Indikators für die Bewertung durch das geoWK abgeleitet (Tabelle 2). Grundsätzlich gilt, dass ein Indikator, der eine geringe Relevanz hat, in die Gesamtbewertung durch das geoWK nur in geringem Maß einfließen sollte. Für eine geringe Relevanz kann es verschiedene Gründe geben: Entweder hat der Indikator beim betrachteten UR nur eine geringe Bedeutung für die Sicherheitsfunktionen (RA1), oder unabhängig von der Bedeutung des RA1 kann die Datenlage (RA2 und RA3) die für die Abwägung notwendige Bewertung (z. B. günstig, bedingt günstig oder weniger günstig) nicht hinreichend absichern.

⁵¹ Das Barrierensystem setzt sich zusammen aus der wesentlichen Barriere und weiteren technischen und geotechnischen Barrieren. Die wesentliche Barriere entspricht im Endlagersystem Typ 1 dem ewG, wobei in Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens statt des ewG zunächst ein WbB betrachtet wird, weil die räumliche Lage des ewG aufgrund des Stands der Arbeiten noch nicht genau festgelegt werden kann. Im Fall des Endlagersystems Typ 2, das nur für das Wirtsgestein Kristallingestein infrage kommt, wird die wesentliche Barriere durch die entsprechenden technischen und geotechnischen Barrieren gebildet.

⁵² Die Bewertung der Relevanz der geoWK entsprechend den Bestimmungen der EndSiUnTV ist nicht zu verwechseln mit der generellen und lokalspezifischen Bedeutung von rvSU-Kriterien, die einen methodischen Ansatz der BGE darstellt (siehe Kapitel 3.1.1). Die lokalspezifische Bedeutung für die Sicherheitsfunktion ist für die Anwendung der geoWK nicht relevant, weil die geoWK auf die Kategorie A-Gebiete angewendet werden sollen, die bereits in den rvSU anhand der lokalspezifisch relevanten rvSU-Kriterien eingeeignet wurden und daher eine geringe räumliche Variabilität der geologischen Eigenschaften aufweisen.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 53

Tabelle 2: *Aggregation der Einstufung der Relevanzaspekte zu einer Gesamteinstufung der Relevanz eines Indikators.*
Die drei Relevanzaspekte RA1, RA2 und RA3 werden zu einer Gesamteinstufung der Relevanz für einen Indikator aggregiert. Im Ergebnis wird jedem Indikator eine Relevanz von gering, mittel oder hoch zugeordnet. Eine vorläufige Einstufung entsteht, sofern durch eine künftige Erkundung eine bessere Datenlage und entsprechend höhere Einstufung möglich erscheint.

Bedeutung für die Sicherheitsfunktionen (RA1)	Kenntnisstand im Kategorie A-Gebiet (RA2)	Potenzial für den Erkenntnisgewinn im Kategorie A-Gebiet (RA3)	Aggregation: Relevanz des Indikators
hoch	hoch	hoch	hoch
hoch	mittel	hoch	vorläufig mittel
hoch	mittel	mittel	mittel
mittel	mittel/hoch	mittel/hoch	mittel
mittel/hoch	gering	mittel/hoch	vorläufig gering
mittel/hoch	gering	gering	gering
gering	gering/mittel/hoch	gering/mittel/hoch	gering

Hinsichtlich der Datenlage ist zwischen aktuellem Kenntnisstand (RA2) und potenziell zu erreichendem Kenntnisstand durch künftige Erkundung (RA3) zu unterscheiden. Wenn der aktuelle Kenntnisstand gering ist, dann sollte der Indikator nicht mit einer hohen Gewichtung in die Bewertung des Endlagersystems einfließen, solange nicht durch weitere Erkundung eine deutliche Verbesserung der Datenlage stattgefunden hat. In diesem Fall wäre der Indikator als vorläufig gering relevant einzustufen. Erst nach dem erwarteten Erkenntniszuwachs kann (und wird) er eine höhere Relevanz für die weitere Bewertung bekommen. Eine vorläufige Relevanz kann später in keinem Fall geringer werden. Wenn dagegen heute bereits unverkennbar ist, dass auch durch weitere Erkundung kein deutlich höherer Kenntnisstand erreicht werden kann, dann darf der Indikator auch künftig nicht oder nur in geringem Ausmaß in die Gesamtbewertung einfließen, d. h., er bekommt eine dauerhaft geringe Relevanz.

5 Vergleich der Kategorie A-Gebiete und Festlegung der potenziellen Standortregionen

Eine weitere Ausgestaltung der rechtlichen Vorgaben seitens der BGE ist die Einführung eines UR-übergreifenden Vergleichs aller Kategorie A-Gebiete, die im Sinne des vergleichenden Charakters des Standortauswahlverfahrens ist. Nach rvSU und Anwendung der geoWK werden die Kategorie A-Gebiete aller UR voraussichtlich wirtsgesteinsspezifisch miteinander verglichen (Abbildung 16). Ziel dieses direkten Vergleichs ist es, die Anzahl der Kategorie A-Gebiete so weit zu reduzieren, dass zwischen den verbleibenden Gebieten anhand der sicherheitsgerichteten Ergebnisse der rvSU und der geoWK nicht weiter unterschieden werden kann. Dadurch werden die Gebiete mit der bestmöglichen Sicherheit ausgewählt und als potenzielle Standortregionen ausgewiesen. Der Vergleich der

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 54

Kategorie A-Gebiete soll zunächst wirtsgesteinspezifisch stattfinden, weil insbesondere innerhalb desselben vorläufigen Sicherheitskonzepts eine besonders gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse gegeben ist. Jedoch wird die methodische Umsetzbarkeit der Durchführung eines zusätzlichen wirtsgesteinsübergreifenden Vergleichs geprüft. Entsprechend wird die Möglichkeit, Vergleiche zwischen Kategorie A-Gebieten in Tongestein, Steinsalz in steiler Lagerung, Steinsalz in stratiformer Lagerung und kristallinem Wirtsgestein durchzuführen, bewusst offengehalten.

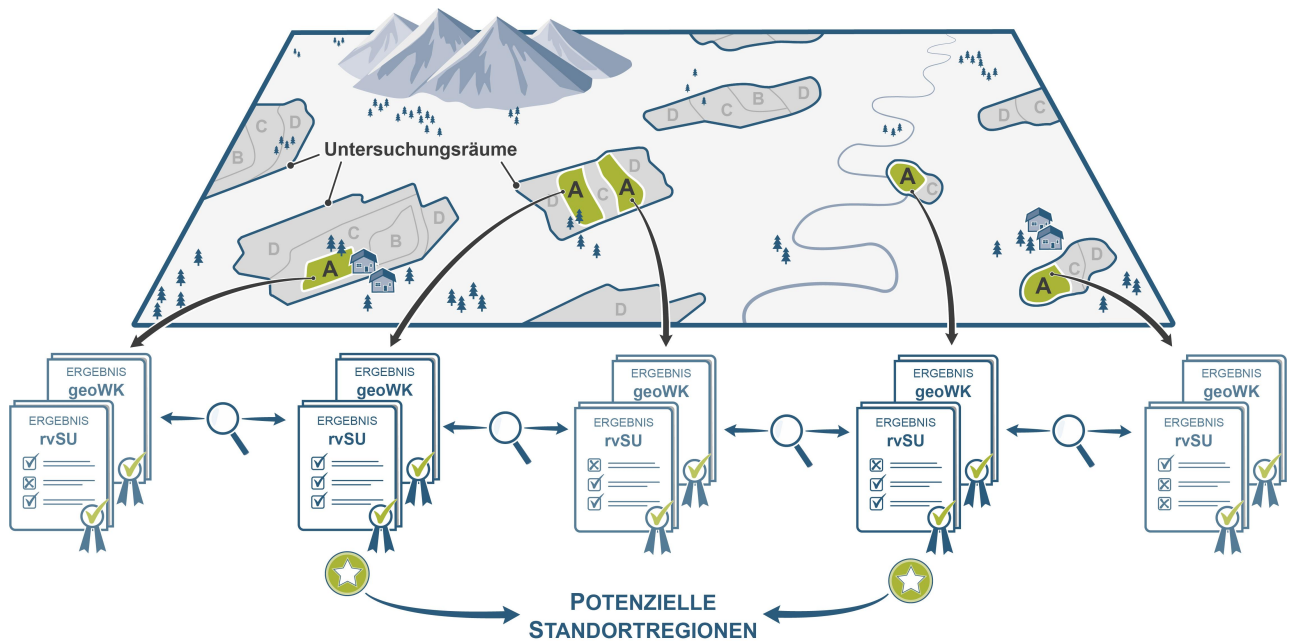


Abbildung 16: Prinzip des UR-übergreifenden Vergleichs der Kategorie A-Gebiete. Die Bewertungsergebnisse der einzelnen Gebiete der Kategorie A aller UR eines Wirtsgesteinstyps werden miteinander verglichen, um die unter Sicherheitsaspekten günstigsten Gebiete zu identifizieren. Möglicherweise wird anschließend ein wirtsgesteinsübergreifender Vergleich durchgeführt. Die nach dem Vergleich verbleibenden Gebiete, zwischen denen anhand der Ergebnisse der rvSU und geoWK nicht weiter unterschieden werden kann, werden als potenzielle Standortregionen ausgewiesen.

Grundlage des Vergleichs der Kategorie A-Gebiete sind die Bewertungsergebnisse der rvSU-Kriterien, eventuelle weitere Erkenntnisse aus den rvSU sowie die Ergebnisse der erneuten Anwendung der geoWK. Dafür wird für jedes Kategorie A-Gebiet zunächst ein Abgleich der Bewertungen der rvSU-Kriterien und der geoWK vorgenommen, denn da sich die rvSU-Kriterien und die geoWK unterscheiden, muss mit unterschiedlichen Bewertungen im Rahmen der rvSU und der geoWK gerechnet werden. So ist beispielsweise die Bewertung der Betriebssicherheit ausschließlich Gegenstand der rvSU.⁵³ Sollte es im Rahmen von rvSU und geoWK zu abweichenden Bewertungen kommen, müssen diese verbalargumentativ gegenübergestellt werden, um eine übergreifende Bewertung und eine abschließende Entscheidung über die Ausweisung als potenzielle Standortregion des

⁵³ Dass die Beurteilung der Betriebssicherheit Bestandteil der rvSU ist, geht aus § 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV hervor.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 55

jeweils betrachteten Gebiets treffen zu können. Dass in jedem Fall eine gebietspezifische Abwägung stattfindet, ob am Ende die Bewertung der rvSU-Kriterien oder der geoWK entscheidend ist, ergibt sich aus der Gleichrangigkeit der geoWK und der rvSU für die Einengung der Gebiete.⁵⁴

Neben den aggregierten Ergebnissen der Bewertung der rvSU-Kriterien und geoWK können beim Vergleich der Kategorie A-Gebiete auch weitere aus den rvSU hervorgehende Ergebnisse zu den Gebieten der Kategorie A einbezogen werden, wie z. B. der Kenntnisstand, der den Einzelbewertungen zugrunde lag. Diese Ergebnisse der verschiedenen Gebiete der Kategorie A werden einander gegenübergestellt, um Vor- und Nachteile der Gebiete im direkten Vergleich zu identifizieren. Durch den direkten Abgleich kann der Fokus auf besonders entscheidungsrelevante Inhalte – unabhängig vorher festgelegter Einstufungen in Wertungsgruppen o. ä. – gelegt werden. Im Rahmen des Vergleichs werden dadurch, sofern sich verbalargumentativ eindeutige Vorteile ableiten lassen, die potenziellen Standortregionen mit der bestmöglichen Sicherheit anhand der rvSU-Ergebnisse und geoWK-Bewertungen ausgewählt.

6 Potenzielle Anwendung der planWK

Die elf gesetzlich festgelegten planWK bilden verschiedene Nutzungsansprüche der Gesellschaft, wie z. B. bedeutende Kulturgüter oder oberflächennahe Grundwasservorkommen zur Trinkwassergewinnung, ab. In dem primär sicherheitsgerichteten Standortauswahlverfahren ist der Anwendungsbereich der planWK daher sehr begrenzt, da diese eben nicht der Beurteilung des sicheren Einschusses der radioaktiven Abfälle dienen. Im Gegensatz zu den vSU und der Anwendung der geoWK ist die Anwendung der planWK also nachrangig geregelt und erfolgt nicht zwingend, sondern nur in bestimmten Anwendungsfällen (Abbildung 17).⁵⁵

6.1 Anwendungsvoraussetzungen

Die grundlegenden Voraussetzungen für die Anwendung der planWK sind, dass die Bewertung der Sicherheit und Robustheit in den rvSU und die erneute Anwendung der geoWK abgeschlossen sind und die verbleibenden Gebiete unter Sicherheitsaspekten als gleichwertig zu betrachten sind. Sicherheitsaspekte haben Vorrang und werden in den (r)vSU und anhand der gesetzlichen AK, MA und geoWK bewertet.⁵⁶

⁵⁴ Die Gleichrangigkeit von rvSU und geoWK ergibt sich aus § 14 Abs. 1 Satz 3 StandAG, wo zwar die Reihenfolge der Durchführung von rvSU und geoWK festgelegt ist, keinem der Werkzeuge allerdings ein höherer Stellenwert eingeräumt wird. Im Gegensatz dazu geht aus § 25 Satz 1 StandAG eindeutig hervor, dass die planWK gegenüber rvSU und geoWK nachrangig angewendet werden.

⁵⁵ Die Nachrangigkeit der planWK ergibt sich aus § 25 Satz 1 StandAG. Danach werden die planWK nur angewendet, soweit sich eine ausreichende Einengung nicht bereits auf Grundlage der Ergebnisse der rvSU und der Anwendung der geoWK ergibt. Die Anwendungsfälle (die Verkleinerung von großen Gebieten sowie der Vergleich zwischen Gebieten, die unter Sicherheitsaspekten gleichwertig sind) regeln § 25 Satz 1 und 2 StandAG.

⁵⁶ Mit dem Standortauswahlverfahren soll der Standort mit der bestmöglichen Sicherheit ermittelt werden (§ 1 Abs. 2 StandAG), weswegen Sicherheitsaspekte Vorrang vor planungswissenschaftlichen Aspekten haben. Die AK, MA und geoWK nach den §§ 22 bis 24 StandAG beinhalten allesamt solche sicherheitsgerichteten Aspekte.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 56

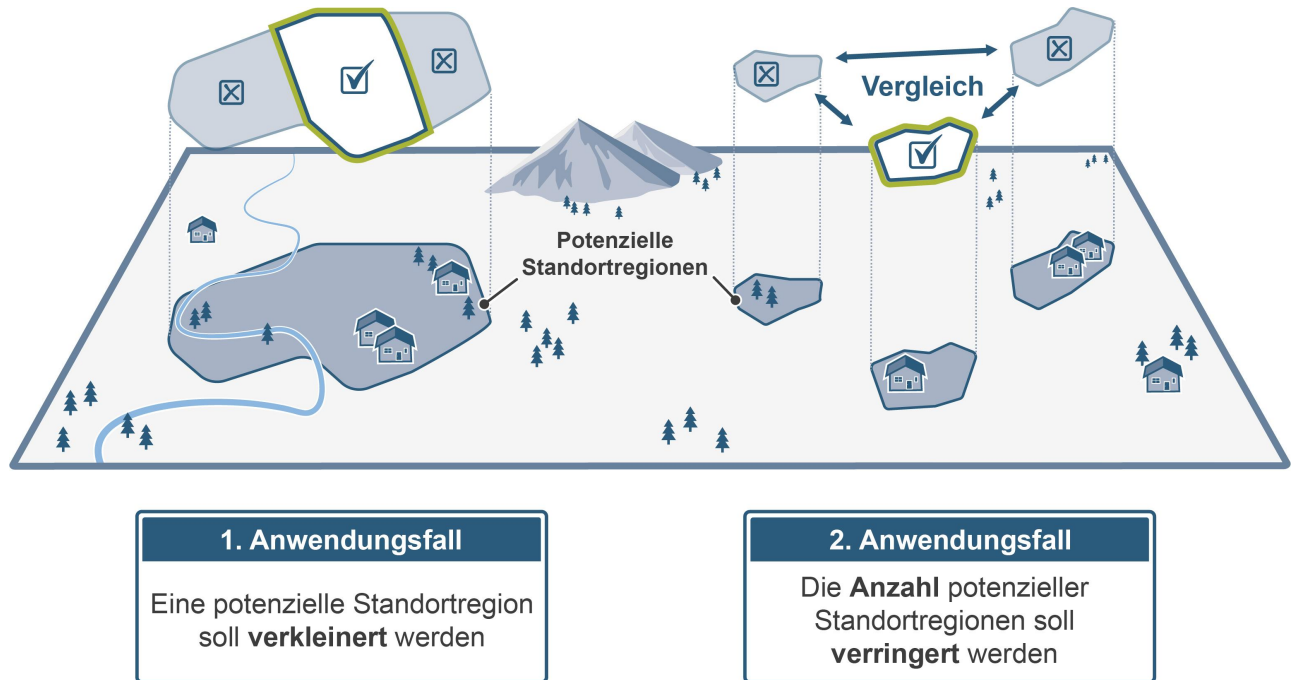


Abbildung 17: Die zwei Anwendungsfälle der planWK.
Die planWK werden ausschließlich angewendet, sofern die Bewertung der Sicherheit und Robustheit in den rvSU und die erneute Anwendung der geoWK abgeschlossen sind, aber eine weitere Einengung der Gebiete erreicht werden soll.

Die planWK werden ausschließlich angewendet, sofern eine Verringerung der Anzahl von unter Sicherheitsaspekten gleichwertigen potenziellen Standortregionen erforderlich ist oder eine potenzielle Standortregion in ihrer Größe für die übertägige Erkundung verkleinert werden soll. Ob und in welchem Maße eine Reduzierung der Größe und/oder Anzahl von potenziellen Standortregionen mit den planWK durchgeführt werden soll, wird davon beeinflusst, ob die Arbeiten im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens in einer angemessenen Zeit durchführbar und leistbar sind. Dies wiederum hängt maßgeblich von den Zeitbedarfen für die übertägigen Erkundungsmaßnahmen in Phase II ab.⁵⁷ Aus den in Phase II benötigten übertägigen Erkundungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der sich daraus ergebenden zeitlichen Aufwände für das Standortauswahlverfahren lassen sich für die planWK Festlegungen zur Verkleinerung und Reduktion der Anzahl der unter Sicherheitsaspekten gleichwertigen potenziellen Standortregionen ableiten.

Für den Fall einer Einengung mittels der planWK muss sichergestellt werden, dass die Einengung keinen nachteiligen Einfluss auf die Sicherheitsbewertung oder Realisierung des Endlagers hat. Dies wäre beispielsweise der Fall, wenn existierende günstige Geometrien (z. B. zusammenhängende

⁵⁷ Die zeitliche Betrachtung des gesamten Standortauswahlverfahrens aus Sicht der BGE ist auf der BGE-Webseite veröffentlicht ([https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/05 - Meilensteine/Zeitliche_Betrachtung_des_Standortauswahlverfahrens_2022/20221216_Zeitliche_Betrachtung_StandAW-48_barrierefrei.pdf](https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/05_-_Meilensteine/Zeitliche_Betrachtung_des_Standortauswahlverfahrens_2022/20221216_Zeitliche_Betrachtung_StandAW-48_barrierefrei.pdf)). In dem Dokument finden sich auch Zeitschätzungen für Phase II, die auf verschiedenen Planungsprämissen beruhen.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 57

Fläche mit günstigen Seitenverhältnissen) im Ergebnis der Einengung durch die planWK nicht mehr gleichwertig vorliegen würden oder die Fläche der potenziellen Standortregion so weit reduziert würde, dass die Flexibilität zur Realisierung eines Endlagers nicht mehr vollumfänglich gegeben ist.⁵⁸

6.2 Anwendungsschritte

Die von der BGE entwickelte Methode zur optionalen Anwendung der planWK beinhaltet als ersten Arbeitsschritt die kartografische Darstellung der einzelnen planWK. Dafür werden sowohl die jeweiligen übertägigen Flächen als auch der Untergrund der Gebiete berücksichtigt. Zur übersichtlichen Darstellung der Nutzungsansprüche der planWK werden die hinterlegten räumlichen Daten in eine Fläche projiziert. Durch diesen methodischen Zwischenschritt der kartografischen Darstellung wird erkennbar, wo Nutzungsansprüche bestehen, sich überlagern und wie sie im Raum verteilt sind, oder auch, wo keine Nutzungsansprüche der planWK vorliegen (Abbildung 18). Aufbauend auf der kartografischen Darstellung wird die Gesamtabwägung der planWK mithilfe von drei Gewichtungsgruppen vorgenommen.⁵⁹ Für die Durchführung der Abwägung wird die Zuweisung von numerischen Werten und eine Darstellung der zugewiesenen Werte anhand eines Rasters umgesetzt, die stets verbalargumentativ ergänzt wird. Die Höhe des numerischen Werts, der jedem planWK zugewiesen wird, hängt zum einen von der Wertungsgruppe und zum anderen von der Gewichtungsgruppe, der ein planWK zugeordnet ist, ab. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt erfolgt noch keine Festlegung der zuzuweisenden numerischen Werte für die Wertungs- und Gewichtungsgruppen. Eine Möglichkeit, die seitens der BGE angestrebt wird, ist, diese anhand von Expertenbefragungen festzulegen, die beispielsweise anhand eines systematischen Befragungsverfahrens durchgeführt und evaluiert werden.

Zum Abschluss der (optionalen) Anwendung der planWK liegen folgende Ergebnisse vor:

1. Für Gebiete, für die eine Verkleinerung vorgesehen war: Die vorgeschlagenen Standortregionen stellen die bezüglich der planWK günstigsten Bereiche der potenziellen Standortregionen dar und entsprechen jeweils den Vorgaben zur Größe und Geometrie.
2. Im Falle eines Vergleichs zwischen potenziellen Standortregionen: Vorschlag von Standortregionen, die durch die Anwendung der planWK günstiger als andere Gebiete bewertet wurden. Die Anzahl der Standortregionen entspricht den zuvor festgelegten Bedarfen für Phase II des Standortauswahlverfahrens.

⁵⁸ Insbesondere muss darauf geachtet werden, dass ausreichend große Flächen für die Realisierung des Endlagers erhalten bleiben. Der Flächenbedarf wird beispielsweise zuvor durch die MA Flächenbedarf und des in Anlage 2 zu § 24 StandAG definierten geoWK-Indikators zur flächenhaften Ausdehnung geprüft.

⁵⁹ Die Gewichtungs- und Wertungsgruppen der planWK sind in Anlage 12 (zu § 25) StandAG genau beschrieben.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 58

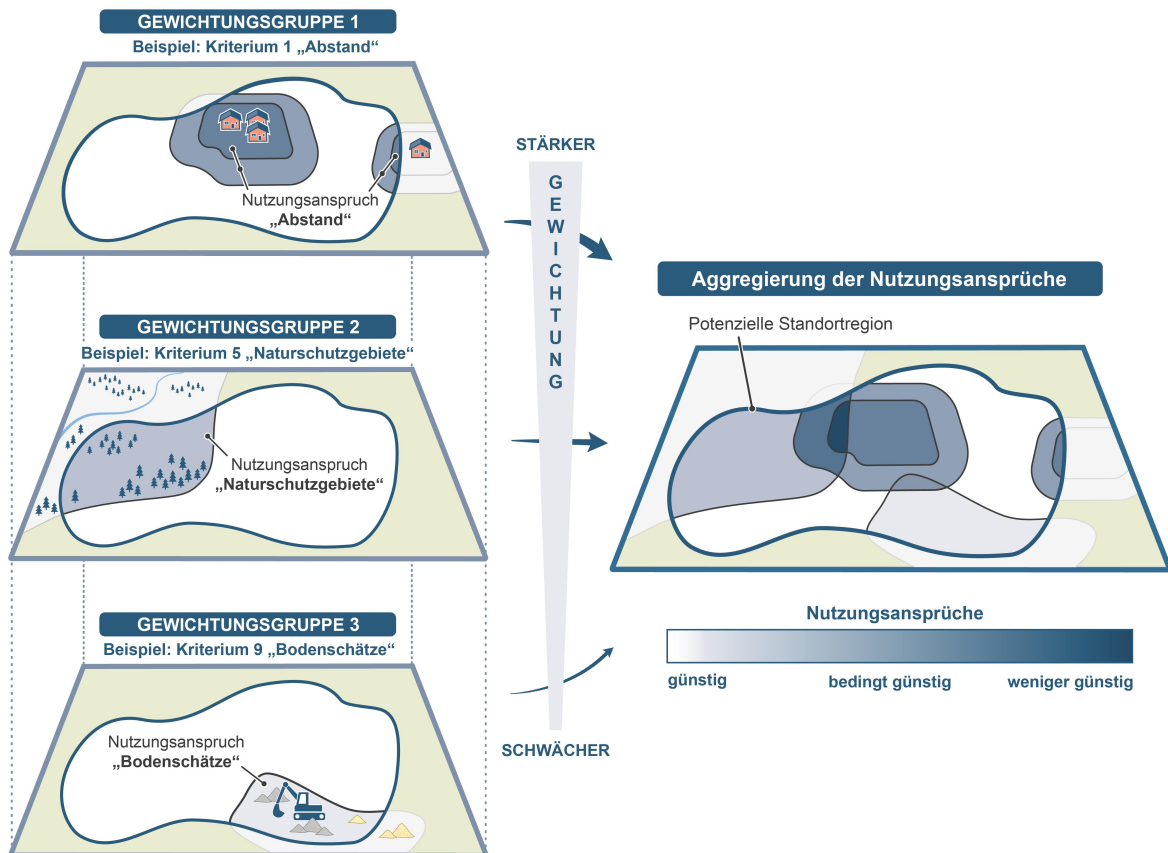


Abbildung 18: Schematische Darstellung der Vorgehensweise bei einer optionalen Anwendung der planWK.
Für jede potenzielle Standortregion wird anhand der planWK geprüft, ob und wo gesellschaftliche Nutzungsansprüche vorliegen. Je nach Wertungsgruppe werden die verschiedenen planWK für die Gesamtbewertung unterschiedlich stark gewichtet.

7 Empfehlungen zum Umgang mit Gebieten ohne hinreichende Informationen

Gebiete ohne hinreichende Informationen erfordern eine spezielle Bearbeitungsmethodik, die sicherstellt, dass kein Gebiet allein aufgrund mangelhafter Datenverfügbarkeit aus dem Verfahren ausscheidet, und trotzdem gewährleistet, dass nur die unter Sicherheitsaspekten günstigsten Gebiete in Phase II weiter untersucht werden. Daher wird statt einer Bewertung mittels rvSU-Kriterien, geoWK und ggf. planWK für jedes Gebiet ohne hinreichende Informationen am Ende von Phase I des Standortauswahlverfahrens geprüft, ob im direkten Vergleich mit den ermittelten Standortregionen eine gleiche oder bessere Eignung als Endlager realistisch erscheint. Die genaue Vorgehensweise bei diesem Vergleich kann allerdings erst erarbeitet werden, wenn konkrete Gebiete zur Ausarbeitung des Vergleichs vorliegen.

Ein Gebiet wird dann als Gebiet ohne hinreichende Informationen ausgewiesen, wenn die Datenlage keine Bewertung mittels rvSU-Kriterien und geoWK zulässt. Um die Gleichbehandlung der Gebiete und Nachvollziehbarkeit der Bearbeitung sicherzustellen, geschieht die Identifizierung der Gebiete ohne hinreichende Informationen während der geowissenschaftlichen Bearbeitung für alle UR einheitlich sowie fachlich begründet anhand aller vorliegenden Informationen. Dabei ist die Kenntnis

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 59

von Mächtigkeit, Teufe und Lithologie ausschlaggebend: Die Kenntnis von Mächtigkeit und Teufe, also der räumlichen Lage, eines potenziellen WbB ist unabdingbar, um das Endlagersystem unter Ausnutzung der Standortgegebenheiten auch nur grundlegend zu charakterisieren; ohne Kenntnis der Gesteinsausbildung bzw. Lithologie ist selbst die Anwendung eines Referenzdatensatzes oder von Analogieschlüssen anstelle von ortsspezifischen Daten nicht möglich. Trotz der Ausweisung als Gebiet ohne hinreichende Informationen werden alle verfügbaren Daten für das Gebiet dokumentiert, um einen späteren Vergleich mit den ermittelten Standortregionen zu ermöglichen.

Statt einer detaillierten Bewertung werden Gebiete ohne hinreichende Informationen am Ende von Phase I mit den ermittelten Standortregionen verglichen, um den weiteren Umgang in Phase II für jedes Gebiet individuell empfehlen zu können. Der Vergleich von Gebieten ohne hinreichende Informationen mit den ermittelten Standortregionen wird sich voraussichtlich an den rvSU-Kriterien, AK, MA und geoWK orientieren und auf Grundlage einer verbalargumentativen Abwägung stattfinden. So wird abgeschätzt, ob ein Gebiet ohne hinreichende Informationen im Vergleich zu den ermittelten Standortregionen eine gleichwertige oder bessere Bewertung erwarten lässt. Beispielsweise mag ein Gebiet ohne hinreichende Informationen im Vergleich zu den Standortregionen schlechter abschneiden, wenn dort zwar mit einer Standortregion vergleichbar günstige Eigenschaften des Untergrundes vorliegen könnten, über den Bewertungszeitraum jedoch von negativen Auswirkungen eines geogenen Prozesses ausgegangen werden muss, der in einer vergleichbaren Standortregion keine Rolle spielt. Für alle Gebiete ohne hinreichende Informationen wird mit dem Standortregionenvorschlag eine Empfehlung für den weiteren Umgang gegeben. Für die Empfehlung können auch geschätzte Zeitaufwände für die Erkundung dieser Gebiete berücksichtigt werden.

8 Standortbezogene Erkundungsprogramme für die übertägige Erkundung

In Phase II des Standortauswahlverfahrens erfolgt die übertägige Erkundung der im Ergebnis der Phase I durch den Gesetzgeber festgelegten Standortregionen. Die Erkundung dient der Erhebung der geowissenschaftlichen Daten zur Durchführung der wvSU und der erneuten Anwendung der MA, AK und geoWK. Auf Grundlage dieser Daten kommt es als Ergebnis der Phase II zu einer weiteren Einengung der Standortregionen hin zu Standorten für die untertägige Erkundung.⁶⁰

Die übertägige Erkundung wird anhand standortspezifisch entwickelter Erkundungsprogramme durchgeführt, die durch das BASE auf Basis der durch die BGE mit dem Standortregionenvorschlag übermittelten standortbezogenen Erkundungsprogramme festgelegt werden. Die standortbezogenen Erkundungsprogramme der BGE benennen die erforderlichen Erkundungsmaßnahmen basierend auf dem Erkundungsziel. Die übertägige Erkundung schließt grundsätzlich die Möglichkeit der Anwendung aller verfügbaren übertägigen Erkundungsverfahren ein. Dazu zählen insbesondere auch Bohrungen⁶¹, aus denen zum einen Gesteins- und Fluidproben entnommen und in denen zum anderen Bohrlochuntersuchungen durchgeführt werden können, um wichtige Daten für die wvSU zu

⁶⁰ Das Vorgehen zur übertägigen Erkundung in Phase II wird in § 16 StandAG geregelt. Außerdem findet sich in § 2 Nr. 17 StandAG eine Begriffsbestimmung für die Erkundungsprogramme.

⁶¹ Insbesondere für Bohrungen gilt es, Maßnahmen, die zur Geringhaltung der Schädigung der wesentlichen Barrieren während der Erkundung beitragen, zu berücksichtigen.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 60

gewinnen. Die konkret verwendeten Messverfahren sowie deren Umfang und zeitliche Abfolge hängen allerdings sowohl von den standortspezifischen Erkundungsbedarfen (Abbildung 19) und den zur Verfügung stehenden Messkapazitäten als auch von den Randbedingungen für den Einsatz der Messverfahren vor Ort⁶² ab (Abbildung 20).

Erkundungsmaßnahmen für die geowissenschaftliche Datenbeschaffung können sowohl innerhalb als auch außerhalb von Standortregionen geplant und durchgeführt werden. Die Grenzen der Standortregionen werden anhand ihrer Eignung als Endlagerstandort und nicht durch die geplanten Maßnahmen der Erkundungsprogramme festgelegt; trotzdem werden voraussichtlich Erkundungsmaßnahmen auch in näherer Umgebung, aber außerhalb der Standortregionen notwendig sein. Für eine geophysikalische Erkundung von Steinsalz in steiler Lagerung anhand seismischer Verfahren ist es beispielsweise oftmals notwendig, auch Gebiete außerhalb der Standortregionen miteinzubeziehen, damit die räumliche Lage der Salzstruktur mit einer hohen Qualität abgebildet werden kann.

8.1 Erkundungsbedarfe und -verfahren

Die Erkundungsprogramme für jede vorzuschlagende Standortregion werden aus den Erkundungsbedarfen für die jeweiligen Gebiete abgeleitet. Die Erkundungsbedarfe sind ein Ergebnis der rvSU und beruhen auf den unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Wirtsgesteine, den Lücken in der standortspezifischen Datenlage und den bestehenden Ungewissheiten in der Bewertung der Sicherheit (Abbildung 19). Zusätzlich werden auch zukünftige Anforderungen und Aufgaben aus den wvSU berücksichtigt, die auf Basis der Erkundung in Phase II des Standortauswahlverfahrens durchgeführt werden.

Viele der zur Bewertung der Standortregionen in Phase II benötigten Informationen müssen für jede Standortregion gleichermaßen vorliegen. Dazu gehören beispielsweise die räumliche Lage der Wirtsgesteinsformation sowie solche standortspezifischen Eigenschaften, die eine hohe Bedeutung für die Sicherheit haben. Dabei ergibt sich die Bedeutung einzelner Erkundungsbedarfe oftmals auch aus den wirtsgesteinsspezifischen Eigenschaften – so ist beispielsweise im kompakten Steinsalz von keiner Klüftigkeit auszugehen, während sie im Kristallingestein von erheblicher Bedeutung ist und daher einen wichtigen Erkundungsbedarf im Kristallingestein darstellt.

Zu den übertägigen Erkundungsverfahren zählen alle oberflächenbasierten Verfahren wie oberflächen- und aerogeophysikalische Verfahren (Seismik, Potenzialverfahren, Elektromagnetik), geologische Kartierungen, hydrogeologische Untersuchungen für oberflächennahe Grundwasservorkommen sowie Bohrungen und damit in Verbindung stehende Verfahren im Bohrloch sowie an aus der Bohrung entnommenen Gesteins- und Fluidproben. In den Erkundungsprogrammen werden die für die vorzuschlagende Standortregion jeweils bestgeeigneten Erkundungsverfahren in den jeweiligen Erkundungsmaßnahmen festgelegt (Abbildung 20).

⁶² Zu solchen Randbedingungen zählen zum Beispiel übertägig die Topographie sowie untertägig gute elektrische Leiter in Oberflächennähe für die Anwendung von Potenzialverfahren.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 61

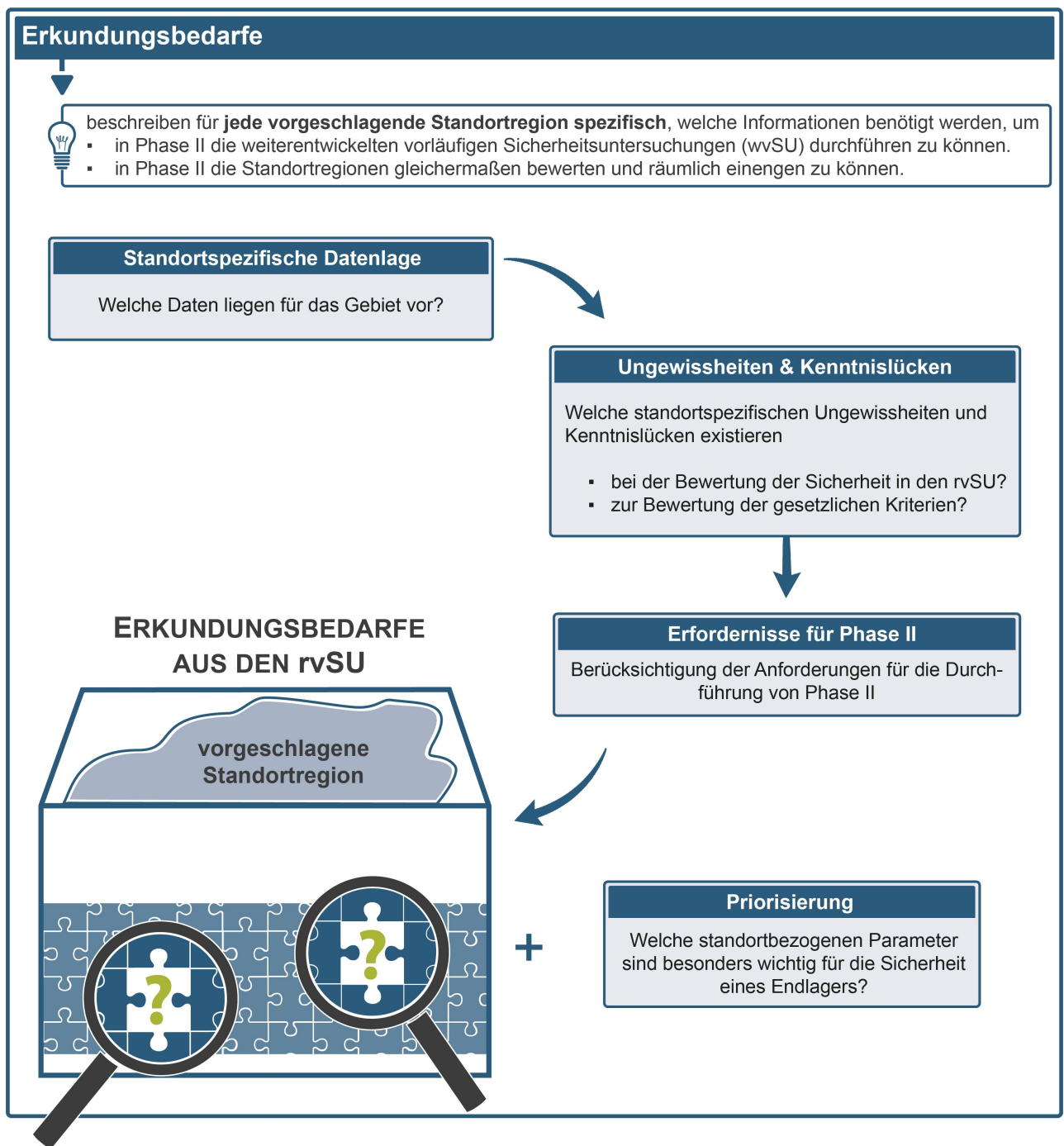


Abbildung 19: *Ableitung der Erkundungsbedarfe. Die Erkundungsbedarfe, die dem Erkundungsprogramm für jede vorgeschlagene Standortregion zugrunde liegen, hängen von der standortspezifischen Datenlage und der in Phase II zu bewertenden Gegebenheiten und Parameter ab, aus deren Differenz sich die Kenntnislücken, d. h. die Erkundungsbedarfe, ergeben, die es durch die Erkundung zu reduzieren gilt.*

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 62

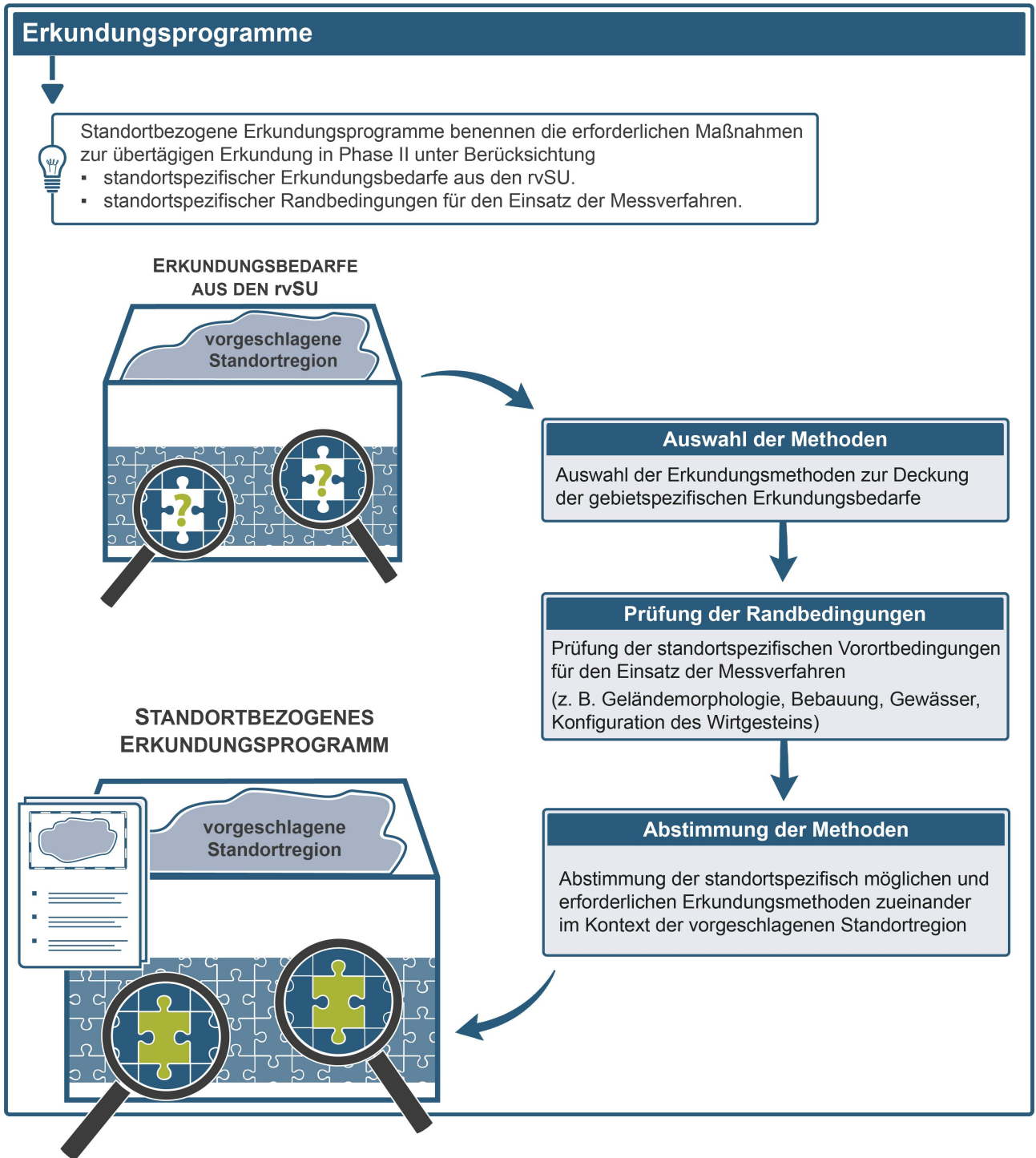


Abbildung 20: *Entwicklung standortbezogener Erkundungsprogramme. Die Erkundungsprogramme bestehen aus Methoden, die fachlich geeignet sind, die identifizierten Erkundungsbedarfe zu decken, sich gegenseitig ergänzen sowie unter den örtlich gegebenen Randbedingungen auch technisch umgesetzt werden können bzw. verwertbare Ergebnisse versprechen.*

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 63

8.2 Mögliche Vorgehensweisen für das Vorgehen bei der übertägigen Erkundung in Phase II

Bei der Durchführung der standortbezogenen Erkundungsprogramme für die Erkundung in Phase II können verschiedene Vorgehensweisen in Betracht gezogen werden: Ein erstes Szenario ist dabei ein vollumfängliches Vorgehen zur Erhebung aller sich aus den Erkundungsbedarfen ergebenden Daten mit anschließender Bewertung aller Informationen. Dabei ist die Durchführung des Erkundungsprogramms unabhängig von möglichen Zwischenerkenntnissen. Beim zweiten Szenario handelt es sich um ein gestuftes Vorgehen. Bei der Erarbeitung eines gestuften Erkundungsprogramms wird in einem ersten Schritt geprüft, ob es Erkundungsbedarfe gibt, die eine besonders hohe Bedeutung für die Sicherheitsbewertung haben. Dies ist insbesondere der Fall, wenn sich anhand der zu messenden Daten spezifische Anforderungen (z. B. MA) überprüfen lassen, die anhand der gesetzlichen Vorgaben für einen Standort erfüllt sein müssen. In der Praxis müssen die zugehörigen priorisierten Maßnahmen zusätzlich zeitlich vorziehbar sein.⁶³ Sofern sich aus der Bewertung dieser priorisiert erhobenen Daten eine geringe Eignung oder Nichteignung einer Standortregion ergibt, könnte dies zum Abbruch der Erkundung führen; aus der Standortregion wird kein Standort für die untertägige Erkundung (Phase III) ermittelt. Bei einem gestuften Vorgehen (Szenario 2) besteht ein zeitliches Risiko, das eintritt, sofern es nicht zu einem vorzeitigen Abbruch kommt. In diesem Fall ist davon auszugehen, dass die gestufte Vorgehensweise die Zeitbedarfe des vollumfänglichen Vorgehens überschreitet. Dieses Risiko wird bei der Planung der Durchführung der Erkundungsprogramme berücksichtigt werden.

Bei zeitlichen Betrachtungen der Erkundung müssen neben der Planung, Genehmigung und Durchführung der Erkundungsmaßnahmen zusätzlich die Auswertung und Interpretation der Messergebnisse berücksichtigt werden, die eine wichtige Informationsgrundlage für die wvSU darstellen. Die Auswertung und Interpretation der Messergebnisse beinhaltet z. B. das Handling von Daten im Terabyte bis Petabyte-Bereich oder die schrittweise Verarbeitung der Daten mit Inversionsverfahren. Dies kann ein zeitaufwendiger iterativer Modellierungsprozess sein, der der intensiven Abstimmung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vieler Disziplinen bedarf. Des Weiteren ist die Verfügbarkeit von Mess- und Bohrkapazitäten voraussichtlich beschränkt, weshalb es ggf. nicht möglich ist, die Maßnahmen in allen Standortregionen gleichzeitig durchzuführen. Die BGE geht davon aus, dass die Erkundung maximal in zwei Standortregionen parallel durchführbar ist. Maßnahmen in weiteren Standortregionen könnten mit einem Versatz von jeweils ca. 15 Monaten durchgeführt werden. Die Aufwände für die übertägige Erkundung von Standortregionen können sich auf die Anzahl und Größe der für die übertägige Erkundung vorzuschlagenden Standortregionen auswirken und damit auch auf die Entscheidung, ob die planWK angewendet werden (Kapitel 6.1).

⁶³ Zum Beispiel können Untersuchungen an Bohrkernen natürlich erst durchgeführt werden, nachdem eine Bohrung abgeteuft wurde.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 64

9 Umgang mit den Ergebnissen aus der Öffentlichkeitsbeteiligung

Der Endlagerstandort soll in einem transparenten und lernenden Verfahren ermittelt werden, das von umfassender Öffentlichkeitsbeteiligung begleitet wird.⁶⁴ Zur Verwirklichung dieser Verfahrensgrundsätze trägt die gesetzliche Regelung bei, dass die BGE die Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Ermittlung der Standortregionen berücksichtigen soll.⁶⁵ Die Beteiligung der Öffentlichkeit ist nur durch Transparenz im Verfahren zu erreichen, weswegen die BGE fachliche Informationen zu Arbeitsständen und Ergebnissen kontinuierlich veröffentlicht. Dafür müssen die Informationen zielgruppengerecht aufbereitet werden, was in einer vielfältigen Ausgestaltung des Informations- und Dokumentationsangebots der BGE, das über die reinen Fachveröffentlichungen hinausgeht, geschieht, u. a. durch Lesehilfen, Tutorials und barrierefreie Dokumente sowie Aufzeichnungen unterschiedlicher Informationsveranstaltungen (Abbildung 21). Diese zielgruppengerechte Aufbereitung ermöglicht einen inhaltlichen Austausch zwischen den verschiedenen Beteiligten im Standortauswahlverfahren.

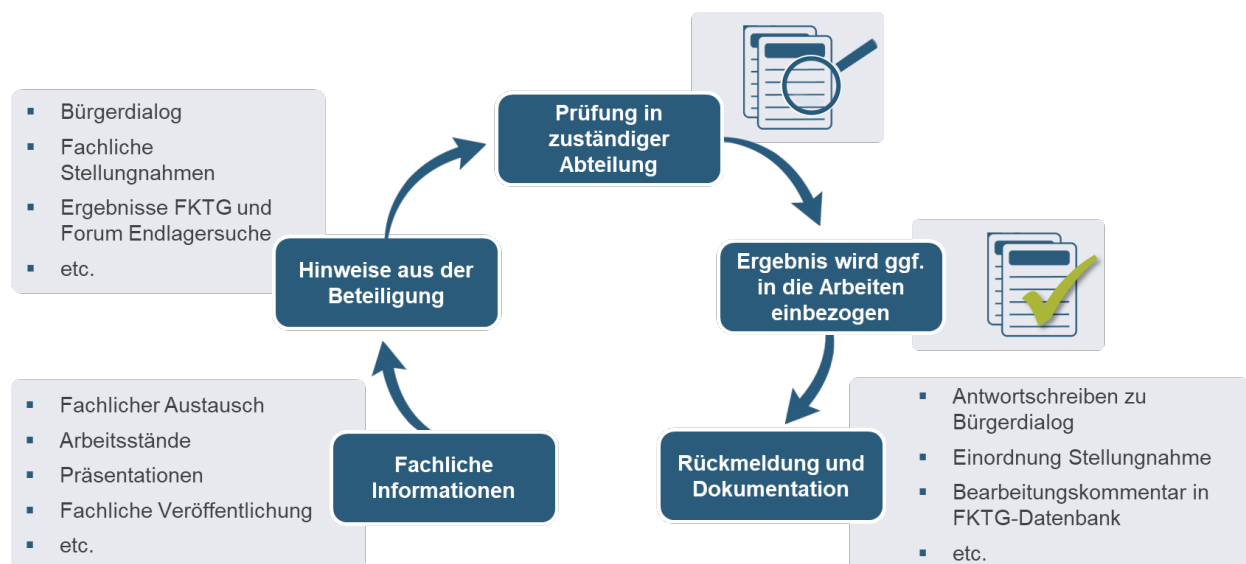


Abbildung 21: *Umgang mit Ergebnissen aus der Beteiligung.* Die umfangreiche Veröffentlichung und verständliche Aufbereitung von fachlichen Informationen bildet die Grundlage für den fachlichen Austausch und für konstruktive Hinweise aus der Öffentlichkeit, die über verschiedene Beteiligungsformate einbezogen wird. Hinweise werden in den zuständigen (Fach-)Abteilungen der BGE geprüft und fließen ggf. in die Arbeiten ein. Alle Hinweise sowie der Umgang mit ihnen werden perspektivisch in der auf der Webseite der BGE zugänglichen FKTG-Datenbank dokumentiert.

⁶⁴ Der wissenschaftsbasierte, transparente, selbsthinterfragende und lernende Charakter des Standortauswahlverfahrens ist in § 1 Abs. 2 StandAG geregelt. Dass Teil 2 des StandAG, der die §§ 5 bis 11 umfasst, allein dem Beteiligungsverfahren gewidmet ist, verdeutlicht den hohen Stellenwert der Öffentlichkeitsbeteiligung im Standortauswahlverfahren.

⁶⁵ § 9 Abs. 2 StandAG regelt die Ziele der FKTG, die Erörterung des Zwischenberichts Teilgebiete und die Bereitstellung der Diskussionsergebnisse. Dort sowie in § 14 Abs. 2 StandAG ist auch geregelt, dass die BGE die Beratungsergebnisse der FKTG für ihren Standortregionenvorschlag zu berücksichtigen hat.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 65

Die Veröffentlichung und erfolgreiche Vermittlung der fachlich spezifischen Vorgehensweise und der komplexen Ergebnisse bilden die Grundlage für die breit geführten, detaillierten Diskussionen über das Standortauswahlverfahren als Ganzes und die Arbeiten der BGE im Speziellen. Diese Diskussionen fanden bisher z. B. bei der FKTG, den Sitzungen des Nationalen Begleitgremiums, dem Forum Endlagersuche als Nachfolgeformat der FKTG oder auch regionalen Informationsveranstaltungen statt. Mit der Teilnahme an diesen oft extern organisierten Veranstaltungen ermöglicht die BGE die kritische Auseinandersetzung mit ihren Arbeitsständen, nimmt fachliche Hinweise entgegen und möchte Interesse am weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens wecken.

Die FKTG ist das erste gesetzlich vorgeschriebene Format der Öffentlichkeitsbeteiligung im Standortauswahlverfahren. An insgesamt drei Beratungsterminen im Zeitraum von Februar bis August 2021 erörterte die FKTG den Zwischenbericht Teilgebiete (BGE 2020g). Die Ergebnisse der FKTG, die bei der Ermittlung der Standortregionen berücksichtigt werden müssen, umfassen Hinweise zum Zwischenbericht Teilgebiete, Stellungnahmen, Redebeiträge, Gutachten und Beschlüsse zu sehr unterschiedlichen Themen des Standortauswahlverfahrens. Im Sinne des lernenden Verfahrens wird für alle Beiträge aus der FKTG von den jeweiligen Fachexperten und -expertinnen geprüft, ob und wie sie in die zukünftigen Arbeiten einfließen sollen.

Die Dokumentation des Umgangs mit den Ergebnissen der FKTG, die für den Standortregionenbericht gefordert ist, und anderer Formate der Öffentlichkeitsbeteiligung wird durch eine Datenbank unterstützt, die von der BGE entwickelt wurde.⁶⁶ Die Datenbank macht nachvollziehbar, wie die BGE mit den Ergebnissen der FKTG umgeht (Abbildung 21). In der Datenbank werden nicht nur die Hinweise aus der FKTG veröffentlicht, sondern nach und nach die Einordnungen durch die BGE sowie Informationen zum weiteren Umgang mit den Hinweisen ergänzt. So werden Bearbeitungsfortschritt und Ergebnis transparent und nachvollziehbar. Auch Stellungnahmen, die die BGE abseits der FKTG erreicht haben – etwa durch das Nationale Begleitgremium, die SGD und die Fachgemeinschaft –, sollen mittelfristig in der Datenbank erfasst und eingeordnet werden. Dies erfolgt zusätzlich zu der Veröffentlichung dieser Stellungnahmen.⁶⁷

Spezifische Kritik am Zwischenbericht Teilgebiete, die in der Datenbank erfasst ist, betraf beispielsweise eine als zu wenig transparent empfundene Darlegung der bei der Bewertung von Gebieten herangezogenen Kriterien oder die Referenzdatensätze.⁶⁸ Diese Kritik wird in den laufenden Arbeiten durch die Entwicklung der wirtsgesteinsspezifischen Kriterienkataloge (Kapitel 3.1) sowie der Weiterentwicklung der in Schritt 1 genutzten Referenzdatensätze (Kapitel 4, Tabelle 1) berücksichtigt. Ein weiterer, grundlegender Kritikpunkt der Öffentlichkeit am Zwischenbericht Teilgebiete betraf

⁶⁶ Auf die Datenbank zur FKTG kann auf der BGE-Webseite zugegriffen werden (<https://www.bge.de/de/endlagersuche/fachkonferenz-datenbank/>). Auf der Webseite findet sich auch eine Video-Anleitung zur Nutzung der Datenbank.

⁶⁷ Die Stellungnahmen finden sich auf der BGE-Webseite unter „Wesentliche Unterlagen“ (<https://www.bge.de/de/endlagersuche/wesentliche-unterlagen/>), wo beispielsweise auch der Zwischenbericht Teilgebiete und zuvor veröffentlichte Dokumente zur Methodik veröffentlicht sind.

⁶⁸ Jeder Eintrag in der Datenbank ist mit einer eindeutigen Nummer gekennzeichnet. In der Datenbank kann nach diesen Nummern oder bestimmten Begriffen gesucht werden. Die Nummern der im Text genannten Kritikpunkte zu Kriterien und Referenzdatensätzen sind 65.1.119 bzw. 65.1.12, 65.1.17 oder 65.2.8.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 66

die Nachvollziehbarkeit der dargelegten Ergebnisse. Daher hat die BGE im Juni 2022 das Projekt „Entscheidungsvisualisierung“ gestartet. In diesem Projekt entwickelt die BGE eine Webanwendung zur Nachvollziehbarkeit der Bearbeitungsschritte und Entscheidungen, um die Arbeitsschritte, die zur Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung führen, einer breiten (Fach-)Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Ziel des Projektes ist die Schaffung eines kartenbasierten, intuitiv nutzbaren Zugangs zu den Datengrundlagen, Arbeitsschritten und Ergebnissen im Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens.

Nach dem Abschluss der FK TG gibt es weiterhin die Möglichkeit, sich im Verfahren zu beteiligen. Dies kann zum einen über das Forum Endlagersuche geschehen.⁶⁹ Fragen, Hinweise und Stellungnahmen können außerdem jederzeit an die Kontaktadressen der BGE übermittelt werden⁷⁰; sie werden durch die Unternehmenskommunikation und Öffentlichkeitsarbeit (UKÖ) und die Fachabteilungen beantwortet und ggf. im weiteren Verfahren berücksichtigt. Für den fachlichen Austausch bieten sich außerdem die alle zwei Jahre stattfindenden „Tage der Standortauswahl“⁷¹ an, die im Zeichen des Dialogs, der Auseinandersetzung und der Diskussion von Endlagerthemen mit Universitäten und wissenschaftlichen Institutionen steht. Im Anschluss an den von der BGE erstellten Standortregionenvorschlag wird das BASE für jede vorgeschlagene Standortregion eine Regionalkonferenz einrichten sowie der (Fach-)Öffentlichkeit Gelegenheit zur Stellungnahme zum Standortregionenvorschlag und den dazu jeweils vorliegenden Berichten und Unterlagen geben.

10 Ausblick

Die vorliegende Veröffentlichung gibt einen Überblick über das Vorgehen zur Ermittlung der Standortregionen. Die Herangehensweisen bei der Durchführung der rvSU sowie der Anwendung der geoWK und der planWK werden im Grundsatz beschrieben. Mit dem vorgestellten Vorgehen werden wichtige Weichen für die Ausgestaltung des Standortauswahlverfahrens in Schritt 2 der Phase I gestellt, die hiermit zur Diskussion gestellt werden. Auf Basis der Veröffentlichung können einzelne Bausteine zum übergeordneten Vorgehen zukünftig konkretisiert und spezifische Fachthemen gesondert veröffentlicht werden. So können auch zukünftige Fortschritte in der Methodenentwicklung und bei der Ermittlung der Standortregionen dokumentiert und die Beteiligung der Öffentlichkeit sichergestellt werden.

Beispiele für zentrale Punkte für die Durchführung der rvSU, die in dieser Veröffentlichung nicht weiter spezifiziert wurden, sind das detaillierte Vorgehen zur Durchführung einzelner Prüfschritte sowie die fachliche Auslegung der aus StandAG, EndlSiAnfV und EndlSiUntV abgeleiteten rvSU-Kriterien. Jedes rvSU-Kriterium bedarf in Hinblick auf seine fachliche Auslegung, Bewertungsmethodik und ggf. räumlich differenzierte Anwendung einer individuellen Ausarbeitung bzw. Erläuterung.

⁶⁹ Wie auf der Informationsplattform zur Endlagersuche (<https://www.endlagersuche-infoplattform.de/>) dargelegt, ist das Forum Endlagersuche „ein offener Dialog-, Vernetzungs- und Beteiligungsraum, an dem alle Interessierten teilnehmen können. Im Fokus stehen die jeweiligen Arbeitsfortschritte der BGE mbH.“

⁷⁰ Die Kontaktdaten der BGE sind auf der Webseite hinterlegt (<https://www.bge.de/de/kontakt/>).

⁷¹ Weitere Informationen zu den Tagen der Standortauswahl, u. a. zum nächsten Termin, finden sich z. B. auf der BGE-Webseite (<https://www.bge.de/de/endlagersuche/tage-der-standortauswahl/>).

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 67

Entsprechende fachliche Grundlagen können auch im Rahmen von Forschungsprojekten erarbeitet werden. Ein Beispiel dafür ist die Veröffentlichung der Arbeiten zum Forschungsprojekt „Suchtiefe“⁷² von den Forschenden der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Breuer et al. 2023). Die darin enthaltenen Ergebnisse sind Grundlage für die Bewertung von glazialen Rinnen, die beispielsweise im Rahmen von Prüfschritt 1 bei der Anwendung des rvSU-Kriteriums zur minimalen Tiefe des Endlagers berücksichtigt werden.

Um den Arbeitsfortschritt bei der Einengung der Teilgebiete zu dokumentieren und zur Diskussion zu stellen, beabsichtigt die BGE, ab dem Jahr 2024 einmal jährlich, jeweils im IV. Quartal, Arbeitsstände der Kategorisierung von Gebieten in den rvSU zu veröffentlichen.⁷³ Dieser Vorschlag geht insbesondere auf die Forderungen des 1. Forums Endlagersuche zurück. Ein fester Turnus für die Veröffentlichung von Arbeitsständen verschafft sämtlichen Verfahrensbeteiligten Planbarkeit und bietet eine Grundlage für weitere Rückmeldungen bezüglich Verbesserungen in der Nachvollziehbarkeit der Darstellung der Ergebnisse sowie der fachlichen Entscheidungen bei der Gebietskategorisierung.

Neben Veröffentlichungen von Berichten sollen auch Datenbanken und für die Sicherheitsanalysen zentrale Quellcodes der Fachöffentlichkeit zugänglich gemacht werden. So hat die BGE bereits ihren 1D-Transport-Code TransPyREnd veröffentlicht (Behrens et al. 2023), damit die Transportrechnungen zur Radionuklidenausbreitung auch von unabhängiger Seite nachvollzogen und ggf. eigenständig durchgeführt werden können.⁷⁴

Die kontinuierliche Interaktion mit der Öffentlichkeit und anderen Verfahrensbeteiligten ist aus Sicht der BGE essenziell, damit verschiedenste Hinweise aufgenommen und im Zuge der weiteren Arbeiten berücksichtigt werden können. Mit Blick auf die Empfehlung, Prüfung und abschließende Festlegung der Standortregionen kann der Dialog Trittsicherheit schaffen, um so das Verfahren auch zukünftig gemeinsam erfolgreich zu gestalten.

⁷² Informationen zum Projekt „Suchtiefe“ finden sich auf der BGE-Webseite (https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Forschung/20210818_Steckbrief_Suchtiefe_barrierefrei.pdf).

⁷³ Das Diskussionspapier zur Veröffentlichung von Arbeitsständen vom 9.3.2023 ist auf der BGE-Webseite hinterlegt (https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/05_-_Meilensteine/Zeitliche_Betrachtung_des_Standortauswahlverfahrens_2022/20230309_BGE_Diskussionspapier_Arbeitsstaende_auf_dem_Weg_zu_den_Standortregionen_barrierefrei.pdf).

⁷⁴ Der TransPyREnd-Code ist über die folgende Webseite auffindbar: <https://www.openworkflow.de/>. Das öffentliche Code-Repository findet sich unter <https://gitlab.opengeosys.org/openworkflow/transpyrend> und die Dokumentation des Quellcodes unter <https://openworkflow.ogs.xyz/transpyrend/>.

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 68

Literaturverzeichnis

AkEnd (2002): *Auswahlverfahren für Endlagerstandorte: Empfehlungen des AkEnd – Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte*. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. Köln

AtG: Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153) geändert worden ist

BASE (o. J.): *Glossar*. [Webpage]. Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung. Zugriff am: 07.12.2022. Verfügbar unter https://www.base.bund.de/DE/service/glossar/glossar_node.html

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>

BGE (2020a): *Arbeitshilfe zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodensteckbriefe_fuer_Forum/20200506_3_Endfassung_Arbeitshilfe_zur_Anwendung_der_geowissenschaftlichen_Abwaegungskriterien_im_AStV.pdf

BGE (2020b): *Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodensteckbriefe_fuer_Forum/20200506_2_Endfassung_Referenzdatensaetze_zur_Anwendung_der_geowissenschaftlichen_Abwaegungskriterien_im_Rahmen_von___13_StandAG_im_AStV_2_.pdf

BGE (2020g): *Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Zwischenbericht_Teilgebiete_barrierefrei.pdf

BGE (2020k): *Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Teilgebiete_und_Anwendung_Geowissenschaftliche_Abwaegungskriterien_gemaess___24_StandAG__Untersetzende_Unterlage_zum_Zwischenbericht_Teilgebiete_.pdf

BGE (2022a): *Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodik/Phase_I_Schritt_2/rvSU-Methodik/20220328_Konzept_zur_Durchfuehrung_der_rvSU_barrierefrei.pdf

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 69

BGE (2022b): *Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodik/Phase_I_Schritt_2/rvSU-Methodik/20220328_Anlage_zu_rvSU_Konzept_Methodenbeschreibung_barrierefrei.pdf

BGE (2022f): *Arbeitsstand der Methodenentwicklung zur Anwendung der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien gemäß Anlage 12 (zu § 25) StandAG. Vorgaben, Grundverständnis, Daten zur Darstellbarkeit der Einzelkriterien*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodik/Phase_I_Schritt_2/planWK/20220926_Arbeitsstand_Methodenentwicklung_planWK_bf.pdf

BGE (2022g): *Zeitliche Betrachtung des Standortauswahlverfahrens aus Sicht der BGE. Rahmen-terminplanung für Schritt 2 der Phase I bis zum Vorschlag der Standortregionen und zeitliche Abschätzungen für Phase II und III*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/05_-_Meilensteine/Zeitliche_Betrachtung_des_Standortauswahlverfahrens_2022/20221216_Zeitliche_Betrachtung_StandAW-48_barrierefrei.pdf

BGE (2022h): *Darstellung der Qualitätssicherungsmaßnahmen im Bereich Standortauswahl*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Berichte/Berichte_Darstellung_QS_Massnahmen/20221107_STA_Bericht_Darstellung_QS-Massnahmen_Rev_01.pdf

BMUV (2022): *Sachstand zum Ausschlusskriterium „Seismische Aktivität“ nach dem Standortauswahlgesetz (StandAG)*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Bonn

Breuer, S.; Bebiolka, A.; Noack, V.; Lang, J. (2023): *The past is the key to the future – considering Pleistocene subglacial erosion for the minimum depth of a radioactive waste repository*. E&G Quaternary Science Journal, Bd. 72 (1). S. 113–125. ISSN 04247116. DOI: <https://doi.org/10.5194/egqsj-72-113-2023>

BT-Drs. 18/11398: Gesetzentwurf der Fraktionen CDU/CSU, SPD und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN: Entwurf eines Gesetzes zur Fortentwicklung des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle und anderer Gesetze, Deutscher Bundestag, Drucksache 18/11398 vom 07.03.2017

BT-Drs. 19/19291: Verordnung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit: Verordnung über Sicherheitsanforderungen und vorläufige Sicherheitsuntersuchungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle

EndlSiAnfV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094)

EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301				U	TF	0001	00

Blatt: 70

ESK (2021): *Diskussionspapier Standortvergleich*. Entsorgungskommission. Bonn

Fischer-Appelt, K.; Baltes, B.; Buhmann, D.; Larue, J.; Mönig, J. (2013): *Synthesebericht für die VSG: Bericht zum Arbeitspaket 13*. Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben. 9783939355663. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH. Köln

IAEA (2012): *The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste*. IAEA Safety Standards. International Atomic Energy Agency (IAEA). Wien, Österreich

Mönig, J.; Bertrams, N.; Bollingerfehr, W.; Fahland, S.; Frenzel, B.; Maßmann, J.; Müller-Hoeppe, N.; Reinhold, K.; Rübel, A.; Schubarth-Engelschall, N.; Simo, E.; Thiedau, J.; Weber, J. R.; Wolf, J. (2020): *Empfehlungen zur sicherheitsgerichteten Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien des StandAG - Synthesebericht*. RESUS. 9783947685530. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, BGE TECHNOLOGY GmbH, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Braunschweig


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

Anhang 1 Übersicht (aktueller Arbeitsstand) über die rvSU-Kriterien für die Prüfschritte 1 bis 4


Die Durchführung der Prüfschritte 1 bis 4 in den rvSU erfolgt anhand eines kriterienbasierten Ansatzes. Die rvSU-Kriterien werden aus den Vorgaben des StandAG, der EndSiAnfV und der EndSiUntV abgeleitet und unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Sicherheit angewendet. Die in Tabelle A 1 gelisteten rvSU-Kriterien stellen den aktuellen Arbeitsstand dar. Das bedeutet, dass die Liste Änderungen unterworfen sein kann. Außerdem sind die rvSU-Kriterien für Prüfschritt 4 noch nicht gelistet.

Tabelle A 1: Übersicht (aktueller Arbeitsstand) über die rvSU-Kriterien für die Prüfschritte 1 bis 4. Die rvSU-Kriterien werden wirtsgesteinsspezifisch anhand ihrer Relevanz angewendet und aus den Vorgaben des StandAG der EndSiAnfV und der EndSiUntV abgeleitet.


rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
Großräumige Vertikalbewegungen (keine Anwendung)	1	Wird nicht angewendet, da großräumige Vertikalbewegungen von mehr als 1 000 m im Bewertungszeitraum nicht zu erwarten sind.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); § 22 Abs. 2 Nr.1 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndSiUntV
Aktive Störungszonen (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	1	Es ist ein Sicherheitsabstand zu aktiven Störungszonen und atektonischen Ereignissen einzuhalten, die das Endlager-system und seine Barrieren beeinträchtigen können.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); § 22 Abs. 2 Nr. 2 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndSiUntV
Einflüsse bergbaulicher Tätigkeit (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	1	Alte Bohrungen und Bergwerke dürfen die Einschlusswirksamkeit der geologischen Barriere eines Endlagers nicht beeinträchtigen.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; § 22 Abs. 2 Nr. 3 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndSiUntV
Seismische Aktivität (keine Anwendung)	1	Keine Anwendung vorbehaltlich der Empfehlung des BMUV (2022).	Hauptgruppe Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit; § 22 Abs. 2 Nr. 4 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndSiUntV

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten		 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG	
Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAAAN	AANNNA
SG	02301		AANN
			AANN
		U	AAAA
		TF	AA
		0001	NNNN
		00	NN
Blatt: 71			

rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
Vulkanische Aktivität (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	1	Es werden Gebiete ausgeschlossen, für die das Auftreten von Vulkanismus und daraus resultierende Beeinträchtigungen für die Barrierewirkung zu erwarten sind.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); § 22 Abs. 2 Nr. 5 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndlSiUntV
Grundwasseralter (Anwendung in Tongestein und kristallinem Wirtsgestein, sofern Daten vorliegen)	1	Junge Grundwässer sind ein Hinweis darauf, dass tiefe Grundwässer im WbB am hydrologischen Kreislauf teilnehmen und die Einschlusswirksamkeit des WbB somit nicht gewährleistet ist.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; § 22 Abs. 2 Nr. 6 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndlSiUntV
Gebirgsdurchlässigkeit (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	1	Die MA zur Gebirgsdurchlässigkeit stellt sicher, dass im WbB kein sicherheitsrelevanter Transport von radioaktiven Stoffen durch Grundwasserbewegungen stattfindet. Die Anwendung erfolgt anhand der Beschreibung des WbB auf Grundlage der Wirtsgesteinsdefinition.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; § 23 Abs. 5 Nr. 1 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndlSiUntV
Mächtigkeit (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	1	Die Anwendung erfolgt anhand der Beschreibung des WbB auf Grundlage der Wirtsgesteinsdefinition.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; § 23 Abs. 5 Nr. 2 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndlSiUntV
Minimale Teufe (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	1	Um einen ausreichenden Schutz des WbB vor exogenen Prozessen gewährleisten zu können, muss das Deckgebirge eine ausreichende Mächtigkeit besitzen. In Gebieten mit eiszeitlicher Erosion wird die minimale Teufe zusätzlich soweit heraufgesetzt, dass im Bewertungszeitraum keine Freilegung der Oberfläche des WbB zu erwarten ist.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); § 23 Abs. 5 Nr. 3 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndlSiUntV


Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten		Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.:	Rev
		NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301						U	TF	0001	00
		Blatt: 72								
		 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerung								

rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
Fläche des Endlagers (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	1	Der WbB muss über eine Ausdehnung in der Fläche verfügen, die eine Realisierung des Endlagers ermöglicht. Es werden entsprechend der Begründung des StandAG ⁷⁵ vorsorglich die Werte von 3 km ² für Steinsalz, 6 km ² für kristallines Wirtsgestein und 10 km ² für Tongestein angesetzt.	Hauptgruppe Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit; § 23 Abs. 5 Nr. 4 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndlSiUntV
Erhalt der Barrierewirkung (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	1	Die Anwendung erfolgt, sofern Erkenntnisse vorliegen, die die Integrität des WbB im Bewertungszeitraum von einer Million Jahren zweifelhaft erscheinen lassen.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); § 23 Abs. 5 Nr. 5 StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) EndlSiUntV
Abstandsgeschwindigkeit (Anwendung in Tongestein und kristallinem Wirtsgestein)	2	Der Transport radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen im WbB soll so gering wie möglich sein.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; Anlage 1 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndlSiUntV
Gebirgsdurchlässigkeit (Anwendung in Tongestein und kristallinem Wirtsgestein)	2	Der Transport radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen im WbB soll so gering wie möglich sein.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; Anlage 1 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 f) EndlSiUntV


Projekt		PSP-Element		Funktion / Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		UA		Lfd. Nr.		Rev.	
		NAAN		NNNNNNNNNN		NNAAAA		AANNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
SG		02301								U		TF		0001		00	
Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten													 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG				
													Blatt: 73				

⁷⁵ Begründung zu § 23 (Mindestanforderungen) zu Absatz 5 Nummer 4 (Fläche des Endlagers) in BT-Drs. 18/11398.


rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
Diffusionskoeffizient (Anwendung in Tongestein und kristallinem Wirtsgestein)	2	Der Transport radioaktiver Stoffe durch Diffusion im WbB soll so gering wie möglich sein.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; Anlage 1 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndlSiUntV
Absolute Porosität (Anwendung in Tongestein)	2	Der Transport radioaktiver Stoffe durch Diffusion im WbB soll so gering wie möglich sein. Anhand der Porosität kann die Diffusionsgeschwindigkeit im Tongestein abgeleitet werden.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; Anlage 1 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndlSiUntV
Verfestigungsgrad (Anwendung in Tongestein)	2	Der Transport radioaktiver Stoffe durch Diffusion im WbB soll so gering wie möglich sein. Anhand des Verfestigungsgrades kann die Diffusionsgeschwindigkeit im Tongestein abgeleitet werden.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; Anlage 1 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndlSiUntV
Barrierenmächtigkeit (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	2	Eine größere Barrierenmächtigkeit trägt zu einem möglichst hohen Einschlussvermögen des unversehrten WbB bei.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; Anlage 2 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndlSiUntV
Grad der Umschließung (keine Anwendung)	2	Bei der Bewertung werden keine Endlagerkonfigurationen mit überlagerndem ewG berücksichtigt. Es werden nur Endlagerkonfigurationen bewertet, bei denen die Konzentration der Abfälle durch vollständige Umschließung in gering durchlässigem Gestein erfolgt. Damit wird dieses rvSU-Kriterium grundsätzlich günstig bewertet und die Anwendung entfällt.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; Anlage 2 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 4 Abs. 4 EndlSiAnfV, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndlSiUntV

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten										
Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev	Blatt: 74	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAA	AAAAAA	AAAA	AAAA	AA	NNNN	NN		
SG	02301				U	TF	0001	00		
 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerung										


rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
Teufe obere Begrenzung (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	2	Ein möglichst mächtiges Deckgebirge führt zu zusätzlichen Sicherheitsreserven gegenüber exogenen Prozessen (z. B. fluviatile Erosion). Exogene Prozesse haben bei zu hoher Eindringtiefe das Potenzial, die wesentliche Barriere zu schädigen.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); Anlage 2 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 f) EndSiUntV
Flächenhafte Ausdehnung (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	2	Der WbB sollte über eine möglichst große Ausdehnung in der Fläche verfügen, damit das Endlager innerhalb des Gebiets zuverlässig realisiert werden kann.	Hauptgruppe Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit; Anlage 2 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 c) und d) EndSiUntV
Potenzialbringer (Anwendung in Tongestein)	2	Der Transport radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen im WbB soll so gering wie möglich sein.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; Anlage 2 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndSiUntV
Variationsbreite (Anwendung in Tongestein, Steinsalz in stratiformer Lagerung, kristallinem Wirtsgestein und ggf. in Steinsalz in steiler Lagerung)	2	Die räumliche Charakterisierung des WbB und seiner Eigenschaften soll möglichst zuverlässig möglich sein. Eine geringe Variationsbreite der Eigenschaften der Gesteinstypen ist dabei vorteilhaft.	Hauptgruppe Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage; Anlage 3 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 a) EndSiUntV
Räumliche Verteilung (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	2	Die räumliche Charakterisierung des WbB und seiner Eigenschaften soll möglichst zuverlässig möglich sein. Eine gleichmäßige Verteilung der Gesteinstypen ist dabei vorteilhaft.	Hauptgruppe Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage; Anlage 3 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 a) EndSiUntV

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten										
Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev	Blatt: 75	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAAAN	AAANNA	AAAN	AAAA	AA	NNNN	NN		
SG	02301				U	TF	0001	00		
										
		BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerung								


rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
Tektonische Überprägung (Anwendung in Tongestein, Steinsalz in stratiformer Lagerung, kristallinem Wirtsgestein und ggf. in Steinsalz in steiler Lagerung)	2	Die räumliche Charakterisierung des WbB und seiner Eigenschaften soll möglichst zuverlässig möglich sein. Unge störte geologische Verhältnisse sind dabei vorteilhaft.	Hauptgruppe Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage; Anlage 3 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 a) EndlSiUntV
Gesteinsausbildung (Anwendung in Tongestein, Steinsalz in stratiformer Lagerung, kristallinem Wirtsgestein und ggf. in Steinsalz in steiler Lagerung)	2	Die räumliche Charakterisierung des WbB und seiner Eigenschaften soll möglichst zuverlässig möglich sein. Eine Fazies, deren Abfolge einheitliche Eigenschaften erwarten lässt, ist dabei vorteilhaft.	Hauptgruppe Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage; Anlage 3 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 a) EndlSiUntV
Veränderung der Mächtigkeit des WbB (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	2	Die Stabilität der geologischen Verhältnisse in der Vergangenheit lässt Rückschlüsse auf zukünftige Veränderungen zu. Vorteilhaft für die langfristige Stabilität sind möglichst lange Zeitspannen, in denen sich das geologische Merkmal „Mächtigkeit“ nicht verändert hat.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); Anlage 4 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 b) EndlSiUntV
Veränderung der Ausdehnung des WbB (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	2	Die Stabilität der geologischen Verhältnisse in der Vergangenheit lässt Rückschlüsse auf zukünftige Veränderungen zu. Vorteilhaft für die langfristige Stabilität sind möglichst lange Zeitspannen, in denen sich das geologische Merkmal „Ausdehnung“ nicht verändert hat.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); Anlage 4 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 b) EndlSiUntV

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten										
Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev	Blatt: 76	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAAAN	AAAAANNA	AAAN	AAAA	AA	NNNN	NN		
SG	02301				U	TF	0001	00		
										
		BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerung								


rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
Veränderung der Gebirgsdurchlässigkeit des WbB (Anwendung in Tongestein und kristallinem Wirtsgestein)	2	Die Stabilität der geologischen Verhältnisse in der Vergangenheit lässt Rückschlüsse auf zukünftige Veränderungen zu. Vorteilhaft für die langfristige Stabilität sind möglichst lange Zeitspannen, in denen sich das geologische Merkmal „Gebirgsdurchlässigkeit“ nicht verändert hat.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); Anlage 4 (zu § 24 Abs. 3) StandAG, § 7 Abs. 6 Nr. 3 b) EndlSiUntV
Ungünstige Tiefenlage des Endlagerbergwerks (Anwendung in Tongestein und ggf. weiteren Wirtsgesteinen)	2	Aus bautechnischer Sicht wird die Realisierung des Endlagerbergwerks durch die Erhöhung der Gebirgstemperatur und der Auflast mit steigender Tiefe zunehmend herausfordernd. Dies betrifft insbesondere Gesteine, die den Lasten ohne tragende Ausbausysteme nicht standhalten.	Hauptgruppe Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit; § 6 Abs. 4 Nr. 2 und 6 EndlSiUntV, § 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV, § 11 EndlSiUntV
Ungünstige Geometrie des WbB – Mindestbreite (Anwendung in Tongestein, Steinsalz in stratiformer Lagerung und kristallinem Wirtsgestein)	2	Der WbB sollte über eine Breite verfügen, die eine flexible Anordnung der Strecken des Endlagerbergwerks erlaubt. Dies soll dazu beitragen, dass das Endlager unter Berücksichtigung einer ausreichenden lateralen Barrierenmächtigkeit zuverlässig realisiert werden kann.	Hauptgruppe Betriebssicherheit und technische Realisierbarkeit; § 7 Abs. 6 Nr. 3 d) EndlSiUntV, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndlSiUntV, § 11 EndlSiUntV

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten										 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG
Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev	Blatt: 77	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAAAN	AAANNA	AAAN	AAAA	AA	NNNN	NN		
SG	02301				U	TF	0001	00		


rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
Ungünstige Tiefenlage in Gebieten mit glazialer Überprägung (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	2	Glaziale Erosion kann einen Verlust der Barriereintegrität des WbB zur Folge haben. Der WbB sollte sich dementsprechend in einer Tiefe so weit unterhalb der zu erwartenden glazialen Erosionsbasis befinden, dass eine Beeinträchtigung nicht zu erwarten ist.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); § 7 Abs. 6 Nr. 3 b) EndlSiUntV
Sicherheitsabstände zu Bohrungen (Anwendung in allen Wirtsgesteinen)	2	Bohrungen, die über längere Zeit von unter Druck stehenden Fluiden durchströmt wurden (z. B. Förderbohrungen zur Nutzung von Kohlenwasserstoffen oder hydrothermalen Geothermie), können die Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins negativ beeinflussen.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; § 7 Abs. 6 Nr. 3 f) EndlSiUntV, § 11 EndlSiUntV
Ungünstige tektonische Gesamtsituation (Anwendung in Tongestein, Steinsalz in stratiformer Lagerung und kristallinem Wirtsgestein)	2	Ein struktureologisch komplex aufgebauter Gesteinsverband (z. B. durch engständige Störungen) besitzt eine ungünstige Charakterisierbarkeit und lässt keine flexible Realisierung eines Endlagers zu.	Hauptgruppe Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage; § 7 Abs. 6 Nr. 3 a), d), e) und f) EndlSiUntV
Kohlenwasserstoffführende Tongesteine (Anwendung in Tongestein)	2	Die Einschlusseigenschaften von Tongesteinen, die einen hohen organischen Anteil haben, werden durch die Bildung von Kohlenwasserstoffen (Erdöl- und Erdgas) beeinträchtigt. Deshalb werden reife kohlenwasserstoffführende Tongesteine bei der Beschreibung des WbB nicht berücksichtigt.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndlSiUntV

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten		Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev
		NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAAAN	AAAAAN	ANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301						U	TF	0001	00
Blatt: 78										
 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerung										

rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
Ungünstige Tiefenlage Steinsalz (Subrosion) (Anwendung in Steinsalz in stratiformer und steiler Lagerung)	2	Subrosive Vorgänge haben insbesondere in Salzgesteinen (durch deren hohe Löslichkeit) eine hohe Bedeutung für die Bewertung der langfristigen Stabilität. Für Salzgesteine in flachen Tiefen existieren zahlreiche Belege für anhaltende Subrosion.	Hauptgruppe Langfristige Stabilität und Integrität (Erhalt der Barrierewirkung); § 7 Abs. 6 Nr. 3 b) und f) EndlSiUntV
Ungünstige Tiefe in kristallinen Wirtsgesteinen (Anwendung in kristallinem Wirtsgestein)	2	Die Klüftigkeit von kristallinen Wirtsgesteinen bestimmt maßgeblich die Gebirgsdurchlässigkeit und die Einschlusseigenschaften. Analogiebetrachtungen zeigen, dass die Gebirgsdurchlässigkeit mit zunehmender Teufe tendenziell abnimmt.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; § 7 Abs. 6 Nr. 3 f) EndlSiUntV
Kristalline Wirtsgesteinskomplexe mit unzuverlässiger Vorhersagbarkeit ihrer Eigenschaften (Anwendung in kristallinem Wirtsgestein)	2	Die räumliche Charakterisierung der Gesteinstypen und ihrer Eigenschaften soll zuverlässig möglich sein. Bestimmte kristalline Gesteine (z. B. Paragneise und Migmatite) besitzen durch ihren geologischen Aufbau generell eine ungünstige Charakterisierbarkeit.	Hauptgruppe Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage; § 7 Abs. 6 Nr. 3 a) EndlSiUntV
Massen- und Stoffmengenaustrag	3	Der Massen- und Stoffmengenaustrag aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren darf für zu erwartende Entwicklungen die gesetzlich vorgegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.	Hauptgruppe Einschlusseigenschaften des Wirtsgesteins; § 4 Abs. 5 EndlSiAnfV, § 7 Abs. 6 Nr. 3 e) und f) EndlSiUntV

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten		Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev
		NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAAAN	AAAAAN	AAAN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	02301						U	TF	0001	00
Blatt: 79										
 BUNDESGESSELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG										

rvSU-Kriterium	Prüfschritt	Begründung zur Anwendung	Thematischer und regulatorischer Bezug
rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 (aktuell in Bearbeitung, nicht einzeln gelistet)	4a	In Teilprüfschritt 4a erfolgt eine räumliche Einengung (hier im Sinne einer Verkleinerung) zu potenziellen Kategorie A-Gebieten. Entsprechend werden nur diejenigen rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 angewendet, die zur Einengung beitragen können (lokalspezifische Bedeutung). Sofern eine Einengung nicht notwendig ist, entfällt dieser Teilprüfschritt (z. B. für Salzstöcke).	Alle Hauptgruppen; §§ 4 und 5 EndlSiAnfV, § 7 Abs. 6 Nr. 3 a) bis f) EndlSiUntV, § 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV, § 11 EndlSiUntV
rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 (aktuell in Bearbeitung, nicht einzeln gelistet)	4b	In Teilprüfschritt 4b erfolgt eine systematische Bewertung der rvSU-Kriterien zu Prüfschritt 4 anhand vorgegebener Wertungsgruppen. Die rvSU-Kriterien werden wirtsgesteinsspezifisch für die Anwendung in den jeweiligen Wirtsgesteinen entwickelt.	Alle Hauptgruppen; §§ 4 und 5 EndlSiAnfV, § 7 Abs. 6 Nr. 3 a) bis f) EndlSiUntV, § 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV, § 11 EndlSiUntV

Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten										 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG
Projekt	PSP-Element	Funktion / Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev	Blatt: 80	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAAAAN	AAAAANNA	ANN	AAAA	AA	NNNN	NN		
SG	02301				U	TF	0001	00		

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine
T +49 5171 43-0
poststelle@bge.de
www.bge.de