

Gesteinsausbildung

Einordnung	
Prüfschritt	Prüfschritt 2
Wirtsgestein	Tongestein
Fachlich-regulatorische Beschreibung	
Fachliche Beschreibung	Anhand des rvSU-Kriteriums wird die räumliche Charakterisierbarkeit des Wirtsgesteinsbereichs mit Barrierefunktion (WbB) ¹ bewertet. Dazu wird herausgearbeitet, wie homogen bzw. heterogen die Abfolge der Gesteine im WbB ist und inwieweit sich somit die Eigenschaften des WbB ermitteln und räumlich übertragen lassen.
Bedeutung für die Sicherheit des Endlagersystems	Eine gute räumliche Charakterisierbarkeit ist Voraussetzung für eine zuverlässige Sicherheitsaussage und somit belastbare Abwägungsentscheidungen im Standortauswahlverfahren.
Thematischer und regulatorischer Bezug	Hauptgruppe „Räumliche Charakterisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Sicherheitsaussage“ (vgl. BGE 2023/3, S. 27 ff.); Anlage 3 (zu § 24 Abs. 3) StandAG § 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. a) EndlSiUntV
Anwendungsmethodik	
Kategorisierung	Eine Einstufung eines Gebiets in Kategorie C mittels der aus den geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (geoWK) abgeleiteten rvSU-Kriterien erfolgt durch eine gemeinsame Betrachtung mehrerer dieser rvSU-Kriterien (BGE 2023/3, S. 34 f.).
Bewertungsmethodik	Die Gesteinsfazies wird qualitativ anhand von überregionalen primären Ablagerungsverhältnissen bewertet. Dafür werden Tongesteinsformationen, die sich unter ähnlichen Bedingungen in einem Ablagerungsraum gebildet haben, einer Fazies zugeordnet.
Bewertungs-/Datengrundlagen	Die Bewertung erfolgt anhand von paläogeographischen Karten, Fachliteratur zur Entstehungsgeschichte der Wirtsgesteinsformationen, lithologischen Beschreibungen aus Bohrungen und geophysikalischen Messungen (inkl. Bohrlochgeophysik).

¹ Als WbB wird bis zum Zeitpunkt der konkreten räumlichen Festlegung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (ewG) in einem Untersuchungsraum der Wirtsgesteinsbereich bezeichnet, der den ewG aufnehmen kann (verändert nach BGE 2023/6). Innerhalb eines WbB kann theoretisch überall ein ewG platziert werden. Der ewG ist „der Teil eines Gebirges, der bei Endlagersystemen, die wesentlich auf geologischen Barrieren beruhen, im Zusammenwirken mit den technischen und geotechnischen Verschlüssen den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle in einem Endlager gewährleistet“ (§ 2 Nr. 9 StandAG).

Wertungsgruppen	
günstig	Fazies mit regional einheitlicher Gesteinsausbildung.
bedingt günstig	Fazies regional nach bekanntem Muster wechselnd.
ungünstig	Fazies regional nach nicht bekanntem Muster wechselnd.

1 Fachliche Herleitung des Kriteriums

Das rvSU-Kriterium „Gesteinsausbildung“ orientiert sich am Indikator „Gesteinsausbildung (Gesteinsfazies)“ des geoWK zur Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit (Anlage 3 (zu § 24 Abs. 3) StandAG). Anhand des rvSU-Kriteriums wird die „Übertragbarkeit der Eigenschaften im vorgesehenen einschlusswirksamen Gebirgsbereich“ bewertet. Da zum aktuellen Zeitpunkt kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich (ewG) ausgewiesen werden kann, bezieht sich das rvSU-Kriterium auf den WbB. Die räumliche Charakterisierung des WbB soll möglichst zuverlässig möglich sein, da sie Voraussetzung für zuverlässige Sicherheitsbewertungen und somit belastbare Abwägungsentscheidungen ist.

Eine günstige Charakterisierbarkeit zeichnet sich dadurch aus, dass die in einem Gebiet vorkommenden Gesteinstypen und ihre bewertungsrelevanten Eigenschaften ermittelbar und räumlich übertragbar sind. Die Charakterisierbarkeit hängt einerseits vom struktureologischen Aufbau (Faltung, Störungen) und andererseits von der räumlichen Verteilung der Gesteinstypen und ihrer Eigenschaften, also vom homogenen bzw. heterogenen Aufbau der Gesteinsabfolgen in vertikaler und lateraler Richtung ab. Die rvSU-Kriterien „Variationsbreite“, „Räumliche Verteilung“ und „Gesteinsausbildung“ bilden dabei unterschiedliche Betrachtungs- und Bewertungsskalen ab: Die Bewertung des rvSU-Kriteriums „Variationsbreite“ nutzt Gesteinstypen einer Lokation (bzw. Bohrung), um die Homogenität/Heterogenität innerhalb der Bohrung, d. h. der vertikalen Abfolge, zu bestimmen. Bei der Bewertung der räumlichen Verteilung der Gesteinstypen wird hingegen die laterale Variation der Gesteinstypen im Raum bewertet. Mit dem hier beschriebenen rvSU-Kriterium „Gesteinsausbildung“ werden Gesteinsfazies überregional bewertet, indem eine genetisch zusammenhängende Summe von Gesteinstypen im Raum betrachtet wird.

Mit dem rvSU-Kriterium „Gesteinsausbildung“ wird anhand der Gesteinsfazies insbesondere die Übertragbarkeit der Eigenschaften auf einem überregionalen Betrachtungsmaßstab (z. B. beckenweit) bewertet. Die Gesteinsfazies kann über die Gesteinsart, die Entstehungs- und Ablagerungsbedingungen, aber auch durch Gesteinsmerkmale definiert sein (vgl. Reading 2004, S. 19). Durch die vorherrschenden Bedingungen in einem bestimmten Ablagerungsraum bilden sich unterschiedlich homogene/heterogene Abfolgen von Gesteinen (Abbildung 1). In einigen Ablagerungsräumen kommt es durch die ständige Veränderung der Ablagerungsbedingungen (wie z. B. die Wassertiefe, Sturmereignisse, jahreszeitlich bedingter, veränderter Eintrag sedimentären Materials oder veränderten Strömungsregimen) zur Ausbildung von heterogenen Abfolgen. Auch die paläogeographische Situation und Lokation innerhalb des Sedimentbeckens hat einen starken Einfluss auf die Fazies der Abfolge. So unterliegen z. B. Abfolgen in becken tieferen Bereichen in der Regel weniger starken Korngrößenvariationen und Ablagerungsprozesse sind weniger von den oben genannten Änderungen der Ablagerungsbedingungen beeinflusst (Abbildung 1).

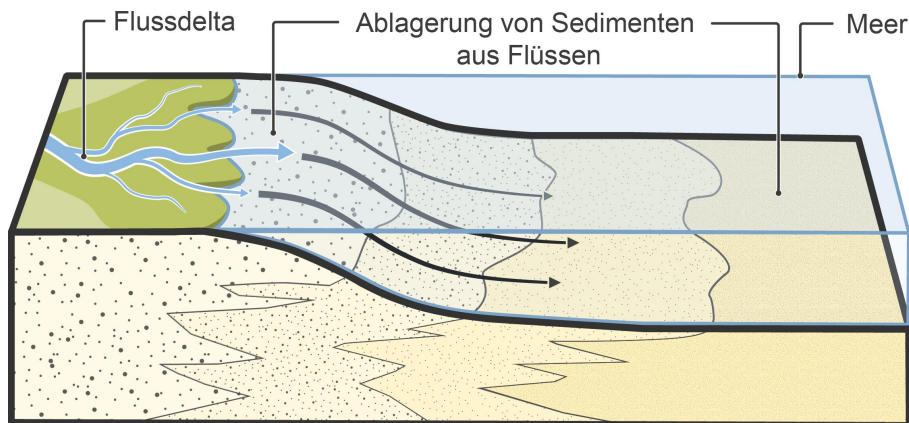


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines marinen Ablagerungsraums für fluvial transportierte Sedimente.
Durch die Korngrößenabhängige Transportreichweite der Partikel ergibt sich eine Ablagerung grobkörniger Sedimente (z. B. Sande) in Küstennähe und eine Ablagerung feinkörniger Sedimente (z. B. Tone) in größerer Entfernung zur Küste und z. T. in größeren Wassertiefen.

2 Details der Anwendungsmethodik

Für das Wirtsgestein Tongestein liegen oft keine detaillierten Fazies-Modelle und generell wenige konkrete Untersuchungsergebnisse zur Bewertung der Gesteinsfazies und der beeinflussenden Prozesse (z. B. synsedimentäre Deformation) in den zu bewertenden Gebieten vor. Daher werden zum jetzigen Stand der Bearbeitung die primären Ablagerungsverhältnisse betrachtet und bewertet. Sofern detaillierte Informationen zu Entstehungs- und Ablagerungsbedingungen und deren Auswirkungen im Hinblick auf die Gesteinsfazies vorliegen, werden diese berücksichtigt.

Gesteinskörper, die sich durch ähnliche Prozesse unter bestimmten Bedingungen in einem Ablagerungsraum gebildet haben, werden einer Fazies zugeordnet. Qualitative Aussagen für die zu bewertenden Gebiete werden auf Basis paläogeographischer Karten, der Entstehungsgeschichte der Wirtsgesteinsformationen gemäß der vorhandenen Fachliteratur, ggf. lithologischer Beschreibungen aus Bohrungen, geophysikalischer Messungen inkl. bohrlochgeophysikalischer Daten sowie mittels Analogieschlüssen getroffen. Für die Bewertung von Gebieten können beispielsweise Bohrungen mit ähnlicher lithologischer Beschreibung mit Karten kombiniert werden, die Informationen über die Ablagerungsbedingungen oder die Fazies selbst enthalten.

Fazies mit regional einheitlicher Gesteinsausbildung oder erwartbar einheitlicher Gesteinsausbildung werden als „günstig“ bewertet (Abbildung 2). Küstennahe Flachwasserbereiche in klastischen Ablagerungsräumen sind z. B. durch Einschaltungen gröberklastischen Materials charakterisiert. Kann dies anhand von Bohrungsdaten belegt werden, wird der gesamte Faziesbereich als „ungünstig“ bewertet. Die Gesteinstypen wechseln in diesem Fall nach einem nicht bekannten Muster.

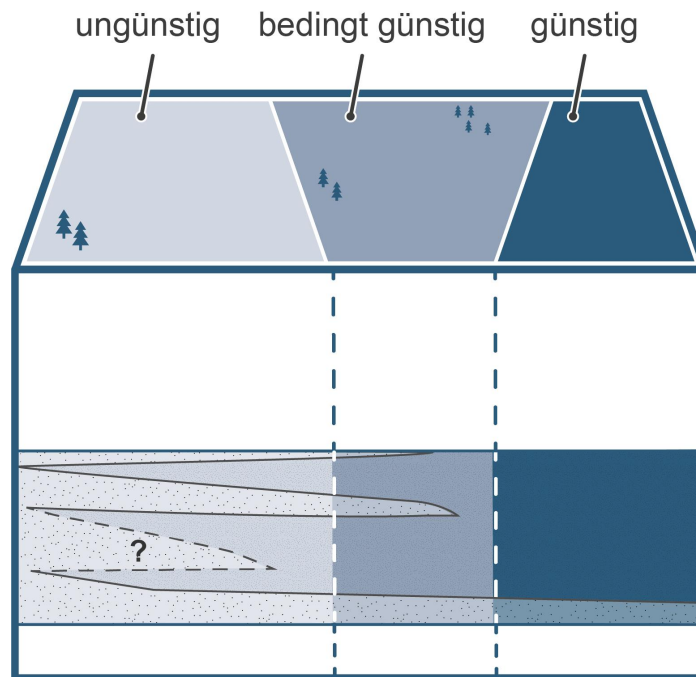


Abbildung 2: Anwendungsmethodik des rvSU-Kriteriums „Gesteinsausbildung“. Das rvSU-Kriterium wird mit „ungünstig“ bewertet, wenn eine Fazies regional nach nicht bekanntem Muster wechselnd auftritt. Die farblich hervorgehobenen Bereiche im Untergrund stellen den WbB dar, gepunktete Bereiche repräsentieren Einschaltungen grobkörniger Sedimente.

Literatur

- BGE (2023/3): *Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodik/Phase_I_Schritt_2/20231004_Vorgehen_zur_Ermittlung_von_Standortregionen_aus_den_Teilgebieten_barrierefrei.pdf
- BGE (2023/6): *Glossar der BGE zum Standortauswahlverfahren. Revision: 02*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/20200928_Glossar.pdf
- EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)
- Reading, H. G. (2004): *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3. Aufl. Oxford: Blackwell Science. ISBN 0632036273
- 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