

Tektonische Überprägung

Einordnung	
Prüfschritt	Prüfschritt 2
Wirtsgestein	Steinsalz (stratiforme Lagerung)
Fachlich-regulatorische Beschreibung	
Fachliche Beschreibung	Anhand des rvSU-Kriteriums wird die räumliche Charakterisierbarkeit des Wirtsgesteinsbereichs mit Barrierefunktion (WbB) ¹ bewertet. Dabei wird anhand von Störungen, Flexuren und Falten ausgearbeitet, inwieweit sich 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 Rahmen des Standortauswahlverfahrens.
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 Bewertung erfolgt auf Basis einer struktureologischen Charakterisierung und Interpretation. Die tektonische Überprägung des WbB wird durch Scherzonen, komplexe und erhebliche Verfaltung, Störungen, Störungszonen und Flexuren bewertet. Zu Störungszonen bzw. Scherzonen werden Bewertungsabstände angesetzt. Für die Gesamtbewertung werden die struktureologischen Verhältnisse hinsichtlich der Intensität der tektonischen Überprägung qualitativ bewertet.
Bewertungs-/Datengrundlagen	Die Bewertung erfolgt anhand von Informationen aus geologischen Karten, Profilschnitten, Interpretation geophysikalischer Messungen (insbesondere 2D- und 3D-Seismik), Bohrungen, geologischen Modellen und Fachliteratur.

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	Weitgehend ungestört, stratiforme Lagerung. Abstand zu überregionalen Störungszonen größer 3000 m. Abstand zu regionalen Störungszonen größer 1000 m.
bedingt günstig	Wenig gestört (weitständige Störungen bzw. deutlich verformte Bereiche und Flexuren). Abstand zu überregionalen Störungszonen 100 m bis 3000 m. Abstand zu regionalen Störungszonen 100 m bis 1000 m.
ungünstig	Gestört, z. B. durch Scherzonen, bzw. stark tektonisch überprägt (komplex und erheblich gefaltet). Abstand zu Störungen/Störungszonen bzw. Scherzonen kleiner 100 m).

1 Fachliche Herleitung des Kriteriums

Das rvSU-Kriterium „Tektonische Überprägung“ orientiert sich am Indikator „Ausmaß der tektonischen Überprägung der geologischen Einheit“ des geoWK zur Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit (Anlage 3 zu § 24 Abs. 3 StandAG). Anhand des rvSU-Kriteriums wird die „Ermittelbarkeit der Gesteinstypen und ihrer charakteristischen Eigenschaften“ und damit die räumliche Charakterisierbarkeit bewertet. Die räumliche Charakterisierbarkeit beschreibt die Möglichkeit, sicherheitsrelevante Gesteinseigenschaften zuverlässig zu ermitteln. Ungestörte geologische Verhältnisse und eine stratiforme Lagerung sind dabei vorteilhaft. Da tektonische Deformationsstrukturen wie Störungszonen und Störungen bzw. Scherzonen die ursprünglichen Gesteinseigenschaften ändern und oftmals komplexe Lagerungsverhältnisse der Gesteine zur Folge haben, schränken sie die räumliche Übertragbarkeit und Ermittlung von Gesteinseigenschaften ein. Die strukturgeologische Konfiguration des Untergrunds und die Intensität der Deformation durch Störungen und Störungszonen bzw. Scherzonen sowie Falten und Flexuren haben somit starke Auswirkungen auf dessen räumliche Charakterisierbarkeit. Da die Verformung des WbB im Steinsalz eng mit der des Deck- und Grundgebirges verknüpft ist, wird vereinfacht eine spröde Verformung des Deck- und Grundgebirges (Störungen und Störungszonen) auf die in der Regel duktile Verformung des Steinsalzes (Scherzonen, komplexe und erhebliche Verfaltung) übertragen.

2 Details der Anwendungsmethodik

Die tektonische Deformation des WbB wird in unterschiedlichem räumlichen Detailgrad bewertet: Die tektonische Überprägung auf regionaler Ebene nimmt das tektonische Gesamtverständnis von Regionen in den Blick. Anschließend wird durch die Anwendung von 1000 oder 3000 m breiten Bewertungsabständen zu regionalen bzw. überregionalen Störungszonen der räumliche Detailgrad der Bewertung weiter erhöht.

Ein tektonisches Gesamtverständnis für eine Region, das auch die tektonische Entwicklungsgeschichte einbezieht, wird durch strukturgeologische Beschreibung und Interpretation aus der Synthese von erkundeten und kartierten Störungen sowie nicht-bruchhaften Deformationsstrukturen (Falten und Flexuren) aus Kartenwerken, Untergrundmodellen und seismischen Profilen entwickelt. Außerdem werden die allgemeinen Lagerungsverhältnisse hinsichtlich des Auftretens von Falten und Flexuren sowie Gebiete mit starker Neigung bzw. Neigungsänderungen berücksichtigt.

Für die Identifizierung eines möglichst ungestörten WbB um regionale Störungen und überregionale Störungszonen werden unterschiedliche Bewertungsabstände eingeführt. Da die genaue Ermittlung der Breite des deformierten Bereichs im Steinsalz oftmals schwierig ist, werden Bewertungsabstände an der versetzten Basis bzw. der Oberfläche der Salzformation (im angrenzenden Deck- und Grundgebirge) angesetzt (Kim & Sanderson 2005; Tanner & Brandes 2020). Die Breite dieser Bewertungsbereiche orientiert sich an den im StandAG aufgeführten Wertungsklassen zum Ausmaß der tektonischen Überprägung (Anlage 3 zu § 24 Abs. 3 StandAG). Die Zuordnung einer Störung oder Störungszone zu einer der beiden Größenklassen wird über die Länge der Störung und eine Abschätzung der zu erwartenden Breite des deformierten Bereichs erreicht. Zur Ableitung der Breite des deformierten Bereichs wird die Länge und/oder der Versatzbetrag der Verwerfung sowie die Gesamtbreite einer Störungszone unter Berücksichtigung der zugehörigen Einzelstörungssegmente verwendet. Auf Basis dieser Informationen und sich daraus ergebenden Größenordnungen erfolgt eine Zuordnung zu überregionalen und regionalen Störungszonen, die mit verschiedenen Bewertungsbereichen versehen werden (Abbildung 1, Tabelle 1). Lokale Störungen mit einer Länge von weniger als 10 km werden bei der Bewertung des rvSU-Kriteriums „Tektonische Überprägung“ in Prüfschritt 2 nicht berücksichtigt.

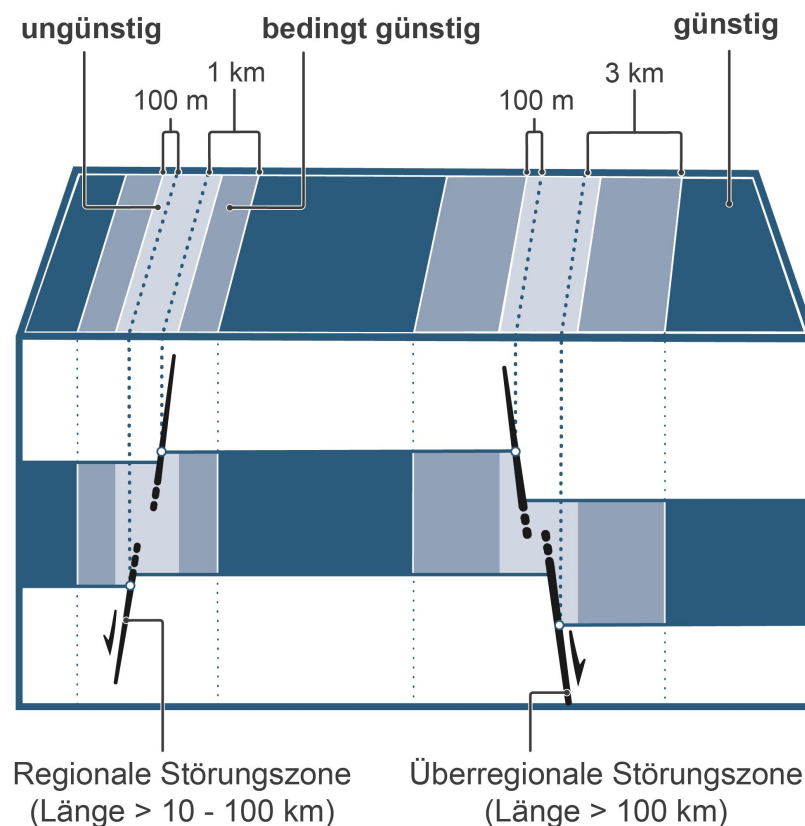


Abbildung 1: Anwendungsmethodik des rvSU-Kriteriums „Tektonische Überprägung“. Das rvSU-Kriterium wird mit „ungünstig“ bewertet, wenn Bereiche im Abstand von 100 m oder weniger zu regionalen oder überregionalen Störungszonen vorhanden sind. Für eine „bedingt günstige“ Bewertung gelten Abstände von 1 km und 3 km zu regionalen bzw. überregionalen Störungszonen, die über ihre Länge bzw. die Breite des deformierten Bereichs definiert werden. Die farblich hervorgehobenen Bereiche im Untergrund stellen den WbB dar.

Tabelle 1: *Bewertung des Abstands zu überregionalen und regionalen Störungszonen. Indikatoren für die Unterscheidung zwischen überregionalen und regionalen Störungszonen sind die vermutete Länge und, wenn bekannt, die Breite des deformierten Bereichs. Für die Einstufung in eine Wertungsgruppe wird der Abstand zu überregionalen und regionalen Störungszonen berücksichtigt.*

Klassifikation von Störungen	Länge	Wertungsgruppe „günstig“	Wertungsgruppe „bedingt günstig“	Wertungsgruppe „ungünstig“
Überregionale Störungszone	> 100 km	> 3000 m	100 bis 3000 m	< 100 m
Regionale Störung	10 bis 100 km	> 1000 m	100 bis 1000 m	< 100 m

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)
- Kim, Y.-S. & Sanderson, D. J. (2005): *The relationship between displacement and length of faults: a review*. Earth-Science Reviews, Bd. 68 (3-4). S. 317 – 334. ISSN 00128252.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2004.06.003>
- 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
- Tanner, D. & Brandes, C. (Hrsg.) (2020): *Understanding faults*. Amsterdam, Ixford, Cambridge, MA: Elsevier. ISBN 9780128159859. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2017-0-03320-7>