

**Gebiet:** 157\_00IG\_S\_s\_z-ro

Wirtsgestein: Steinsalz in steiler Lagerung

Bewertung Gebiet: **B: nicht günstig**

Begründung Gebiet:

Das identifizierte Gebiet 157\_00IG\_S\_s\_z-ro befindet sich im Wirtsgestein Steinsalz in steiler Lagerung, es handelt es sich um ein Doppelsalinar. Es liegt in der Salzstruktur Spieka/ Cuxhaven im Norden von Niedersachsen. Es hat eine Fläche von 60 Quadratkilometern und eine Mächtigkeit von maximal 500 Meter. Die minimale Teufe des identifizierten Gebietes liegt bei 1000 Meter unter Geländeoberkante. Acht der elf Kriterien wurden nach dem Referenzdatensatz Steinsalz bewertet (BGE 2020b), dabei sind sechs Kriterien mit „günstig“ und zwei Kriterien mit „nicht günstig“ bewertet.

Den gebietsspezifisch bewerteten Kriterien kommt, im Vergleich zu den Referenzdatensätzen, in der jetzigen Phase des Standortauswahlverfahrens eine besondere Bedeutung zu. Eine individuelle Bewertung für jedes identifizierte Gebiet erfolgte für Steinsalz in steiler Lagerung für die Kriterien 2 (Konfiguration), 3 (Charakterisierbarkeit) und 11 (Deckgebirge).

Das „Kriterium zur Bewertung der Konfiguration der Gesteinskörper“ wurde mit „günstig“, das „Kriterium zur Bewertung des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge“ mit „bedingt günstig“ bewertet.

Das „Kriterium zur Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit“ wurde mit „weniger günstig“ bewertet. Diesem Kriterium ist bei der zusammenfassenden Bewertung besonderes Gewicht zu geben. Bei dieser Salzstruktur liegt ein Doppelsalinar vor, in dem die von tonigen Sedimenten durchsetzten Rotliegendesalze den Kern der Salzstruktur bilden (von Goerne et al. 2016). Bei dieser lithologischen Situation ist nur eingeschränkt damit zu rechnen, dass ein geeigneter einschlusswirksamer Gebirgsbereich gefunden werden kann.

Daher erfolgt nach Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien die zusammenfassende Bewertung des identifizierten Gebietes mit „nicht günstig“.

Weitere Informationen finden sich in BGE (2020k) sowie BGE (2020b).

Literatur:

BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Peine.

BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH

von Goerne, G., et al. (2016). Informationssystem Salzstrukturen: Planungsgrundlagen, Auswahlkriterien und Potentialabschätzung für die Errichtung von Salzkavernen zur Speicherung von Erneuerbaren Energien (InSpEE) (Wasserstoff und Druckluft). Hannover / Jülich, BGR - Institut für Geotechnik (LUH) - KBB Underground Technologies: XII, 203 Blatt.

## 1: Kriterium zur Bewertung des Transportes radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen im einschlusswirksamen Gebirgsbereich

Bewertung: **A: günstig**

Die Bewertung der Indikatoren und des Kriteriums erfolgte auf Basis des Referenzdatensatzes Steinsalz (siehe BGE 2020b und BGE 2020k). Die Gesamtbewertung des Kriterium 1 für das vorliegende identifizierte Gebiet ergibt sich aus den Einzelbewertungen der Indikatoren „Grundwasserangebot“ („günstig“), „Grundwasserströmung“ („günstig“) und „Diffusionsgeschwindigkeit“ („günstig“). Dementsprechend erfolgt die Gesamtbewertung als „günstig“.

Grundsätzlich sind in situ erfasste Messwerte nötig um Grundwasserbewegungen im einschlusswirksamen Gebirgsbereich zu beurteilen. Bei Abwesenheit von standortbezogenen Daten lassen sich jedoch Aussagen über die sehr geringe Durchlässigkeit von Steinsalz auf Basis von im Labor ermittelten Messwerten, einer Reihe wissenschaftlicher Publikationen sowie bergmännischer Erfahrungen und natürlicher Analoga, treffen. Derzeit sind die drei Indikatoren zur Bewertung des Transports radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen als „günstig“ zu bewerten.

*Absolute Porosität (Dieser Indikator kommt nicht zur Anwendung, da bereits der Indikator charakteristischer effektiver Diffusionskoeffizient angewendet wurde)*

*Verfestigungsgrad (Dieser Indikator kommt nicht zur Anwendung, da bereits der Indikator charakteristischer effektiver Diffusionskoeffizient angewendet wurde)*

*Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers*

**A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Charakteristischer effektiver Diffusionskoeffizient des Gesteinstyps für tritiiertes Wasser (HTO) bei 25 °C*

**A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Charakteristische Gebirgsdurchlässigkeit des Gesteinstyps*

**A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

## 2: Kriterium zur Bewertung der Konfiguration der Gesteinskörper

Bewertung: **A: günstig**

Die Bewertung der Indikatoren erfolgte anhand gebietsspezifischer Daten. Diesem Kriterium kommt aufgrund der Datenlage zum jetzigen Zeitpunkt eine besondere Bedeutung zu und daher wird die Gesamtbewertung des Kriteriums durch die jeweils schlechteste Bewertung der Indikatoren bestimmt (siehe BGE 2020a). Die Indikatoren „Barrierenmächtigkeit“, „Grad der Umschließung des Einlagerungsbereichs durch einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich“, „Teufe der oberen Begrenzung des erforderlichen einschlusswirksamen Gebirgsbereichs“ sowie „flächenhafte Ausdehnung bei gegebener Mächtigkeit (Vielfaches des Mindestflächenbedarfs)“ des Kriteriums sind jeweils mit „günstig“ bewertet. Dementsprechend erfolgt auch die Gesamtbewertung des Kriteriums mit „günstig“.

*Vorhandensein von Gesteinsschichten mit hydraulischen Eigenschaften und hydraulischem Potenzial, die die Induzierung beziehungsweise Verstärkung der Grundwasserbewegung im einschlusswirksamen Gebirgsbereich ermöglichen können (Dieser Indikator wurde nur für identifizierte Gebiete im Tongestein angewendet)*

*Barrierenmächtigkeit*

**A: günstig**

Die maximale Mächtigkeit des identifizierten Gebietes beträgt 500 Meter. Eine Mächtigkeit größer als 300 Meter, welche als günstige Barrieregesteinsmächtigkeit angenommen wird (siehe BGE 2020a), ist innerhalb des identifizierten Gebietes für eine Fläche von 14,4 km<sup>2</sup> vorhanden und übersteigt damit den Flächenbedarf von 3 km<sup>2</sup> nach BT-Drs. 18/11398, S. 71. Das identifizierte Gebiet wird daher mit „günstig“ bewertet.

*Grad der Umschließung des Einlagerungsbereichs durch einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich*

**A: günstig**

Zum jetzigen Zeitpunkt wird angenommen, dass das Wirtsgestein sicherheitsrelevanter Bestandteil des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches ist. D. h., Wirtsgestein und einschlusswirksamer Gebirgsbereich sind Teil ein und desselben Gesteinskörpers. Dieser Gesteinskörper weist zum einen die funktionalen Eigenschaften des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs auf und erlaubt zum anderen die Anlage eines Endlagerbergwerks. Es wird dementsprechend davon ausgegangen, dass der Einlagerungsbereich in jedem Fall von einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich umschlossen wird. Da eine vollständige Umschließung vorliegt wird der Indikator mit „günstig“ bewertet.

*Teufe der oberen Begrenzung des erforderlichen einschlusswirksamen Gebirgsbereichs*

**A: günstig**

Zum jetzigen Zeitpunkt kann die genaue Lage des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs nicht konkret räumlich ausgewiesen werden. Die Anwendung dieses Indikators erfolgt deshalb für die Teufe des identifizierten Gebietes (siehe BGE 2020a). Das identifizierte Gebiet liegt in einer Teufe zwischen 1000 und 1500 Meter unter Geländeoberkante (GOK). Dementsprechend kann in diesem Gebiet ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich mit einer Mindestmächtigkeit von 100 Metern nach § 23 Abs. 5 Nr. 2 StandAG in einer Teufe größer 500 Meter unter GOK realisiert werden. Die Bewertung erfolgt daher mit „günstig“.

*Flächenhafte Ausdehnung bei gegebener Mächtigkeit (Vielfaches des Mindestflächenbedarfs)*

**A: günstig**

Für das Wirtsgestein Steinsalz soll nach BT-Drs. 18/11398, S. 71 ein Flächenbedarf von 3 km<sup>2</sup> angesetzt werden. Die Fläche des identifizierten Gebietes beträgt 60 km<sup>2</sup> und ist damit größer gleich 9 km<sup>2</sup> (>>2-fache flächenhafte Ausdehnung, siehe BGE 2020a). Das Gebiet wird daher mit „günstig“ bewertet.

### **3: Kriterium zur Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit**

Bewertung: **B: bedingt günstig**

Die Bewertung der Indikatoren erfolgte anhand von Fachliteratur. Für identifizierte Gebiete in Steinsalz in steiler Lagerung ergab sich bei dem Indikator <Ausmaß der tektonischen Überprägung der geologischen Einheit> keine Differenzierung in der Bewertung der verschiedenen identifizierten Gebiete. Dieser Indikator ist daher für die Bewertung des Kriteriums nicht ausschlaggebend. Das vorliegende identifizierte Gebiet wurde viermal „bedingt günstig“ bewertet („Variationsbreite der Eigenschaften der Gesteinstypen im Endlagerbereich“, „Räumlichen Verteilung der Gesteinstypen im Endlagerbereich und ihrer Eigenschaften“, „Ausmaß der tektonischen Überprägung der geologischen Einheit“, „Gesteinsausbildung (Gesteinsfazies)“). Da alle Indikatoren eine Bewertung mit „bedingt günstig“ vorweisen, erfolgt eine Gesamtbewertung des Kriteriums mit „bedingt günstig“ für dieses identifizierte Gebiet.

*Gesteinsausbildung (Gesteinsfazies)*

**B: bedingt günstig**

Aus der geologischen Forschung und der langjährigen industriellen Nutzung von steil stehenden Salzstrukturen (Salzbergbau, KW-Exploration, Kavernenbau) ist die Gesteinsausbildung (Gesteinsfazies) der salinaren Abfolgen des Rotliegend und Zechstein in Deutschland weitgehend bekannt (Frisch & Kockel 2004, S. 30ff).

Die Abfolge des Zechsteins wurde in BGE (2020a) näher beschrieben. Insbesondere die Staßfurt-Formation zeigt durch ihren homogenen Aufbau, regional einheitliche Fazies. Fazieswechsel vollziehen sich zwischen Beckenrand und Beckenzentrum (Frisch & Kockel 2004, S. 45, Tabelle 11; Reinhold et al. 2014, S. 27). Für detailliertere Beschreibungen diesbezüglich, bedarf es standortspezifisch Untersuchungen. Daher wird der Indikator für reine Zechsteinsalinare und Doppelsalinare mit Internbautyp 2 als „günstig“ bewertet.

Bei den Rotliegendesalzen spiegeln höherfrequente Fazieswechsel in horizontaler und vertikaler Richtung die variablen Ablagerungsbedingungen wieder (Frisch & Kockel 2004, S. 31). Durch die halokinetische Beanspruchung und den Aufstieg als Tektonit, sind die Fazies nicht regional einheitlich. Da die Fazies der Oberrotliegendesalinare jedoch bekannt sind wird der Indikator Gesteinsausbildung (Gesteinsfazies) für Rotliegendesalze und speziell Doppelsalinare mit Internbautyp 1 oder 3 als „bedingt günstig“ bewertet. Für detailliertere Aussagen bezüglich der Gesteinsausbildung sind standortspezifische Untersuchungen nötig.

Zusammengefasst:

Das vorliegende identifizierte Gebiet ist ein Doppelsalinar mit Internbautyp 1 und 3, in dem der Anteil an Oberrotliegendesalinar dominiert und Zechsteinsalinare zu vernachlässigen sind. Die Gesteinsausbildung der Oberrotliegendesalinare sind in Deutschland weitgehend bekannt (Frisch & Kockel 2004, S. 30ff). Die Salinare des Rotliegend sind durch höherfrequente Fazieswechsel in horizontaler und vertikaler Richtung charakterisiert (Frisch & Kockel 2004, S. 31). Durch die sekundäre halokinetische Beanspruchung und den Aufstieg als Tektonit sind die Fazies räumlich nicht regional einheitlich. Das identifizierte Gebiet wird daher mit „bedingt günstig“ bewertet.

*Ausmaß der tektonischen Überprägung der geologischen Einheit***B: bedingt günstig**

Als eine Ursache der Salzstockentstehung wird Bewegung im Untergrund beschrieben, welche am Sockel der Salzstruktur ausgelöst wird. Diese Bewegungen sind von orthotektonischen Vorgängen gesteuert, welche auf allgemeine tensionale Rifting Prozesse zurückzuführen sind (Frisch & Kockel 2004, S. 90). Das Salz puffert die Bewegungen ab (Frisch & Kockel 2004, S. 269; Kockel & Krull 1995, S. 11). Der Salzaufstieg selbst verursacht tektonische Bewegungen im Scheitel und im seitlichen Umfeld. Beim Salzaufstieg kommt es zur intensiven Verfaltung (Fließfalten) der beteiligten Gesteine (Kockel & Krull 1995, S. 11, 14). Seitliche Kompression verursacht weitere Verfaltungen und Auspressungen (Pollok et al. 2016, S. 110).

Das Innere der Salzstrukturen ist schließlich durch einen während des Salzaufstieges entstandenen Fließfaltenbau geprägt, der von innen nach außen hin intensiver und komplizierter wird. Dabei weisen größere Salzstöcke im Allgemeinen einen weniger komplizierten Innenaufbau auf als kleinere (Jaritz 1983, S. 13). Durch die Duktilität und das Fließvermögen des Steinsalzes setzt sich äußere Tektonik jedoch kaum in das Innere der Salzstruktur fort (Kockel & Krull 1995, S. 11). Auch Klüfte und Risse schließen sich aufgrund der Kriechfähigkeit von Steinsalz schnell (Brasser et al. 2008, S. 46). Anders als bei kompetenten Gesteinsverbänden findet eine interne Zerblockung der Salzstrukturen nicht statt. Zerblockung oder Boudinage betrifft nur die kompetenten Anteile innerhalb einer Salzformation, wie die Anhydritschichten (Brasser et al. 2014, S. 25).

Steilstehende Steinsalzstrukturen weisen duktile Verfaltungen auf, jedoch ist zu erwarten, dass diese Strukturen nicht gestört und nicht zerblockt sind. Daher werden alle steilstehenden Salzstrukturen für das Ausmaß der tektonischen Überprägung mit der Wertungsgruppe „bedingt günstig“ bewertet.

Zusammengefasst:

Das vorliegende identifizierte Gebiet ist eine steilstehende Salzstruktur. Im Zuge der Entstehung dieser Struktur, hat das Gebiet tektonische Prozesse erfahren. Durch den Salzaufstieg kam es zur Verfaltung der beteiligten Gesteine (Kockel & Krull 1995, S. 11, 14; Pollok et al. 2016, S. 110). Aufgrund der Duktilität setzt sich äußere Tektonik jedoch nicht in das Innere der Salzstruktur fort (Kockel & Krull 1995, S. 11) und es ist keine Zerblockung zu erwarten (Brasser et al. 2014). Das identifizierte Gebiet wird daher mit „bedingt günstig“ bewertet.



*Variationsbreite der Eigenschaften der Gesteinstypen im Endlagerbereich***B: bedingt günstig**

Relevante Eigenschaften sind z. B. Porosität, Wärmeleitfähigkeit, Gesteinsdurchlässigkeit und Kriechparameter (Bertrams et al. 2020, S. 153). Diese sind u.a. abhängig von der Lithologie und der Mineralogie des Gesteins oder der Formation.

Die Steinsalze des Zechsteins, insbesondere die der Staßfurt-Formation bestehen überwiegend aus Halit. Für das Staßfurt Steinsalz (Asse Hauptsalz Na<sub>2</sub>β) werden z. B. Mittelwerte von 92,6 % Halit, 3,96 % Anhydrit, 3,51 % Polyhalit, 0,09 % Kieserit und 0,26 % H<sub>2</sub>O angegeben (Jockwer 1981, S. 36). Aufgrund des fast monomineralischen Aufbaus der Staßfurtformation ist auch die Variationsbreite der Eigenschaften als entsprechend gering anzusehen. Daher wird der Indikator für die Zechsteinsalzstrukturen ohne Anteil an Rotliegend und die Doppelsalinare mit Internbautyp 2 als „günstig“ bewertet.

Die Rotliegendesalze enthalten Tonanteile von 20 – 50 % (Reinhold et al. 2014, S. 17). Da die Oberrotliegendesalinare während der Diapirbildung halokinetisch beansprucht wurden und ein Salz-Ton-Gemisch bildeten (Kockel & Krull 1995, S. 30), ist mit einem stark variablen Tonanteil zu rechnen. Eine Variation im Tongehalt wirkt sich auch auf die Gesteinseigenschaften aus. Die Variationen des Tongehalts sind jedoch bekannt, daher werden die Doppelsalinare mit Internbautyp 1 und 3, welche überwiegend aus Salzen des Oberrotliegend bestehen, mit „bedingt günstig“ bewertet.

Zusammengefasst:

Das vorliegende identifizierte Gebiet ist ein Doppelsalinar mit Internbautyp 1 und 3, in dem der Anteil an Oberrotliegendesalinar dominiert und Zechsteinsalinare zu vernachlässigen sind. Da die Oberrotliegendesalinare in einem Doppelsalinar aus einem Salz-Ton-Gemisch bestehen (Kockel & Krull 1995, S. 30), ist mit einem deutlich variablen Tonanteil zu rechnen. Diese Variation lässt darauf schließen, dass auch die Variationsbreite der Eigenschaften der Gesteinstypen deutlich ist. Das identifizierte Gebiet wird daher mit „bedingt günstig“ bewertet.

*Räumliche Verteilung der Gesteinstypen im Endlagerbereich und ihrer Eigenschaften***B: bedingt günstig**

Wie in BGE (2020a) beschrieben und durch Jockwer (1981, S. 36) gezeigt, weist die Staßfurt-Formation des Zechsteins einen homogenen Aufbau und z. T. große Mächtigkeiten auf (bis zu über tausend Meter). Aufgrund des fast monomineralischen Aufbaus der Staßfurt-Formation, ist die räumliche Verteilung der Gesteinstypen und ihrer Eigenschaften als „gleichmäßig“ zu bewerten. Daher werden reine Zechsteinsalinare und Doppelsalinare mit Internbautyp 2 als „günstig“ bewertet.

Wie in BGE (2020a) dargestellt bestehen die Salinare des Oberrotliegend aus einem Salz-Ton-Gemisch welches den Kern der Doppelsalinarstrukturen bildet (Pollok et al. 2016, S. 111). Innerhalb der Oberrotliegendesalinare ist demnach mit räumlichen Veränderungen von salz- oder tondominierten Bereichen zu rechnen. Darüber hinaus erfolgt innerhalb der Doppelsalinare eine räumliche Änderung von Oberrotliegendesalinaren zu den flankierenden Zechsteinsalinaren. Diese räumliche Änderung ist durch die Typisierung des InSpee DS Projektes jedoch bekannt. Da innerhalb der Doppelsalinare des Internbautyps 1 und 3 mit räumlichen Veränderungen der Gesteinstypen zu rechnen ist, diese aber bekannt sind wird dieser Indikator für Doppelsalinare des Internbautyps 1 und 3 mit „bedingt günstig“ bewertet.

Zusammengefasst:

Das vorliegende identifizierte Gebiet ist ein Doppelsalinar mit Internbautyp 1 und 3, in dem der Anteil an Oberrotliegendesalinar dominiert und Zechsteinsalinare zu vernachlässigen sind. Da die Oberrotliegendesalinare in einem Doppelsalinar aus einem Salz-Ton-Gemisch bestehen (Kockel & Krull 1995, S. 30), ist mit einer räumlichen Änderung von salz- oder tondominierten Bereichen zu rechnen. Das identifizierte Gebiet wird daher mit „bedingt günstig“ bewertet.

#### 4: Kriterium zur Bewertung der langfristigen Stabilität der günstigen Verhältnisse

Bewertung: **A: günstig**

Die Bewertung der Indikatoren und des Kriteriums erfolgte auf Basis des Referenzdatensatzes Steinsalz (siehe BGE 2020b und BGE 2020k). Die Gesamtbewertung des Kriteriums 4 für das vorliegende identifizierte Gebiet ergibt sich aus den Einzelbewertungen der Indikatoren „Zeitspanne, über die sich die Mächtigkeit des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs nicht wesentlich verändert hat“ („günstig“), „Zeitspanne, über die sich die Ausdehnung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs nicht wesentlich verändert hat“ („günstig“) und „Zeitspanne, über die sich die Gebirgsdurchlässigkeit nicht wesentlich verändert hat“ („günstig“). Da alle drei Indikatoren mit „günstig“ bewertet wurden, erfolgt eine Gesamtbewertung als „günstig“. Insgesamt sind für die Indikatoren Mächtigkeit, Ausdehnung und Gebirgsdurchlässigkeit seit dem Tertiär keine wesentlichen Änderungen anzunehmen. Das trifft besonders auf die Salzstrukturen zu, die bis zum Miozän den Höhepunkt des Diapirstadiums bzw. das Nachdiapirstadium erreicht hatten.

*Langfristigen Stabilität der "Mächtigkeit" des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs*

**A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Langfristigen Stabilität der flächenhaften beziehungsweise räumlichen „Ausdehnung“ des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs*

**A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Langfristigen Stabilität der „Gebirgsdurchlässigkeit“ des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs*

**A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

#### 5: Kriterium zur Bewertung der günstigen gebirgsmechanischen Eigenschaften

Bewertung: **A: günstig**

Die Bewertung der Indikatoren und des Kriteriums erfolgte auf Basis des Referenzdatensatzes Steinsalz (siehe BGE 2020b und BGE 2020k). Da für die Bewertung des Kriteriums 5 beide Indikatoren („günstig“) gemeinsam betrachtet werden, erfolgt die Gesamtbewertung des Kriteriums 5 für das vorliegende IG als „günstig“.

*Das Gebirge kann als geomechanisches Haupttragelement die Beanspruchung aus Auffahrung und Betrieb ohne planmäßigen tragenden Ausbau, abgesehen von einer Kontursicherung, bei verträglichen Deformationen aufnehmen*

A: günstig

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Um Endlagerhohlräume sind keine mechanisch bedingten Sekundärpermeabilitäten außerhalb einer unvermeidbaren konturnah entfestigten Auflockerungszone zu erwarten*

A: günstig

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

## **6: Kriterium zur Bewertung der Neigung zur Bildung von Fluidwegsamkeiten**

Bewertung: **A: günstig**

Die Bewertung der Indikatoren und des Kriteriums erfolgte auf Basis des Referenzdatensatzes Steinsalz (siehe BGE 2020b und BGE 2020k). Die Gesamtbewertung des Kriteriums 3 für das vorliegende IG ergibt sich aus den Einzelbewertungen der Indikatoren „Verhältnis repräsentative Gebirgsdurchlässigkeit/repräsentative Gesteinsdurchlässigkeit“ („günstig“), „Erfahrungen über die Barrierewirksamkeit der Gebirgsformationen in folgenden Erfahrungsbereichen“ („günstig“), „Rückbildung der Sekundärpermeabilität durch Risssschließung“ („günstig“) und „Rückbildung der mechanischen Eigenschaften durch Rissverheilung“ („günstig“). Da alle Indikatoren als „günstig“ bewertet werden, ergibt sich eine Gesamtbewertung als „günstig“.

*Erfahrungen über die Barrierewirksamkeit der Gebirgsformationen in folgenden Erfahrungsbereichen.*

A: günstig

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Duktilität des Gesteins (Dieser Indikator wird nach StandAG erst bei einem Vergleich von Standorten zur Anwendung kommen)*

*Rückbildung der Sekundärpermeabilität durch Risssschließung*

A: günstig

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).



*Rückbildung der mechanischen Eigenschaften durch Rissverheilung***A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Zusammenfassende Beurteilung der Neigung zur Bildung von Fluidwegsamkeiten aufgrund der Bewertung der einzelnen Indikatoren***A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Verhältnis repräsentative Gebirgsdurchlässigkeit/repräsentative Gesteinsdurchlässigkeit***A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

**7: Kriterium zur Bewertung der Gasbildung**Bewertung: **A: günstig**

Die Bewertung der Indikatoren und des Kriteriums erfolgte auf Basis des Referenzdatensatzes Steinsalz (siehe BGE 2020b und BGE 2020k). Die Gesamtbewertung des Kriteriums 7 für das vorliegende IG ergibt sich aus der Bewertung des Indikatoren „Wasserangebot im Einlagerungsbereich“ („günstig“). Daraus ergibt sich eine Gesamtbewertung als „günstig“.

*Wasserangebot im Einlagerungsbereich***A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

**8: Kriterium zur Bewertung der Temperaturverträglichkeit**Bewertung: **A: günstig**

Die Bewertung der Indikatoren und des Kriteriums erfolgte auf Basis des Referenzdatensatzes Steinsalz (siehe BGE 2020b und BGE 2020k). Die Gesamtbewertung des Kriteriums 8 für das vorliegende IG ergibt sich aus der Bewertung der Indikatoren „Neigung zu wärmeinduzierten Sekundärpermeabilitäten“ („günstig“) und „Temperaturstabilität hinsichtlich Mineralumwandlungen“ („günstig“). Demnach ergibt sich eine Gesamtbewertung als „günstig“.

*Neigung zur Bildung wärmeinduzierter Sekundärpermeabilitäten und ihre Ausdehnung*

A: günstig

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Temperaturstabilität des Wirtsgesteins hinsichtlich Mineralumwandlungen*

A: günstig

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

## **9: Kriterium zur Bewertung des Rückhaltevermögens im einschlusswirksamen Gebirgsbereich**

Bewertung: **D: nicht günstig**

Die Bewertung der Indikatoren und des Kriteriums erfolgte auf Basis des Referenzdatensatzes Steinsalz (siehe BGE 2020b und BGE 2020k). Die Gesamtbewertung des Kriteriums 9 für das vorliegende IG ergibt sich aus den Einzelbewertungen der Indikatoren „Sorptionskoeffizienten für die betreffenden langzeitrelevanten Radionuklide“ („weniger günstig“), „Gehalt an Mineralphasen mit reaktiver Oberfläche“ („nicht günstig“), „Ionenstärke des Grundwassers“ („günstig“) und „Öffnungsweite der Gesteinsporen“ („günstig“). Da nur zwei Indikatoren der Bewertung „günstig“ entsprechen und nicht überwiegen, lässt sich das gesamte Kriterium nicht mit „günstig“ bewerten. Der Indikator „Gehalt an Mineralphasen mit reaktiver Oberfläche“ lässt jedoch keine Unterscheidung in „weniger günstig“ oder „bedingt günstig“ zu. Eine Bewertung mit „nicht günstig“ schließt beide Bewertungsoptionen „bedingt günstig“ und „weniger günstig“ mit ein, daher ist das gesamte Kriterium als „nicht günstig“ zu bewerten.

*Gehalt der Gesteine des ewG an Mineralphasen mit großer reaktiver Oberfläche wie Tonminerale sowie Eisen- und Mangan-Hydroxide und -Oxihydrate*

D: nicht günstig

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Ionenstärke des Grundwassers im ewG*

A: günstig

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Kd-Wert für folgende langzeitrelevante Radionuklide, deren Gleichgewichts-Sorptionskoeffizient nach der Henry-Isotherme einen Schwellenwert von  $10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$  überschreitet*

**C: weniger günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Öffnungsweiten der Gesteinsporen*

**A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

## **10: Kriterium zur Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse**

Bewertung: **D: nicht günstig**

Die Bewertung der Indikatoren und des Kriteriums erfolgte auf Basis des Referenzdatensatzes Steinsalz (siehe BGE 2020b und BGE 2020k). Die Gesamtbewertung des Kriteriums 10 für das vorliegende IG ergibt sich aus den Einzelbewertungen der Indikatoren „Chemisches Gleichgewicht zwischen dem Wirtsgestein im Bereich des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs und dem darin enthaltenen tiefen Grundwasser“ („günstig“), „Neutrale bis leicht alkalische Bedingungen (pH-Wert 7 bis 8) im Bereich des Tiefenwassers“ („nicht günstig“), „Anoxisch-reduzierendes Milieu im Bereich des Tiefenwassers“ („günstig“), „Möglichst geringer Gehalt an Kolloiden und Komplexbildnern im Tiefenwasser“ („günstig“) und „Geringe Karbonatkonzentration im Tiefenwasser“ („günstig“). Es nicht wahrscheinlich, dass sich pH-Wert-Angaben im Steinsalz durch spätere Erkundungen ändern. Daher sind die pH-Werte für die Gesamtbewertung des hydrochemischen Verhältnisses nicht zu vernachlässigen und es kann keine Gesamtbewertung als „günstig“ durchgeführt werden. Das gesamte Kriterium ist somit für das vorliegende IG als „nicht günstig“ zu bewerten.

*Chemisches Gleichgewicht zwischen dem Wirtsgestein im Bereich des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs und dem darin enthaltenen tiefen Grundwasser*

**A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Neutrale bis leicht alkalische Bedingungen (pH-Wert 7 bis 8) im Bereich des Tiefenwassers* **D: nicht günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Anoxisch-reduzierendes Milieu im Bereich des Tiefenwassers* **A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Ein möglichst geringer Gehalt an Kolloiden und Komplexbildnern im Tiefenwasser* **A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

*Geringe Karbonatkonzentration im Tiefenwasser* **A: günstig**

Begründung siehe BGE (2020b): Referenzdatensätze zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Rahmen von § 13 StandAG - Grundlagen. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Weitere Informationen zu den Bewertungen siehe BGE (2020k): Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).

---

## **11: Kriterium zur Bewertung des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge**

Bewertung: **B: bedingt günstig**

Die Bewertung der Indikatoren erfolgte anhand gebietsspezifischer Daten. Diesem Kriterium kommt aufgrund der Datenlage zum jetzigen Zeitpunkt eine besondere Bedeutung zu und daher wird die Gesamtbewertung des Kriteriums durch die jeweils schlechteste Bewertung der Indikatoren bestimmt (siehe BGE 2020a). Mindestens ein Indikator ist mit „bedingt günstig“ bewertet. Daher erfolgt die Gesamtbewertung des Kriteriums mit „bedingt günstig“.

*Keine Ausprägung struktureller Komplikationen (zum Beispiel Störungen, Scheitelgräben, Karststrukturen) im Deckgebirge, aus denen sich subrosive, hydraulische oder mechanische Beeinträchtigungen für den ewG ergeben könnten*

**B: bedingt günstig**

Es sind Nachweise zu Störungen innerhalb des identifizierten Gebietes vorhanden, jedoch ist zu diesem Zeitpunkt im Verfahren keine hydraulische Wirksamkeit auf den einschlusswirksamen Gebirgsbereich bzw. das identifizierte Gebiet anzunehmen (siehe BGE 2020a). Auf dieser Grundlage wird der Indikator „keine Ausprägung struktureller Komplikationen (zum Beispiel Störungen, Scheitelgräben, Karststrukturen) im Deckgebirge, aus denen sich subrosive, hydraulische oder mechanische Beeinträchtigungen für den einschlusswirksamen Gebirgsbereich ergeben könnten“ mit „bedingt günstig“ bewertet.

*Überdeckung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs mit grundwasserhemmenden Gesteinen, Verbreitung und Mächtigkeit grundwasserhemmender Gesteine im Deckgebirge*

**A: günstig**

Der Salzstocktop des identifizierten Gebietes befindet sich in einer Teufe größer 100 Meter unter Geländeoberkante und damit außerhalb des Bereiches, welcher durch den Gesetzgeber als nicht schützenswert angesehen wird (§ 21 Abs. 2 StandAG). Das identifizierte Gebiet verfügt über eine mächtige vollständige Überdeckung durch Gesteine des Tertiär oder älter welche als potentiell grundwasserhemmend betrachtet werden. Es besteht kein Kontakt zwischen der Salzstruktur und Ablagerungen des Quartär, welche als nicht grundwasserhemmend betrachtet werden, innerhalb des identifizierten Gebietes. Auf dieser Grundlage wird der Indikator „Überdeckung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs mit grundwasserhemmenden Gesteinen, Verbreitung und Mächtigkeit grundwasserhemmender Gesteine im Deckgebirge“ mit „günstig“ bewertet.

*Verbreitung und Mächtigkeit erosionshemmender Gesteine im Deckgebirge des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs*

**A: günstig**

Der Salzstocktop des identifizierten Gebietes befindet sich in einer Teufe größer 100 Meter unter Geländeoberkante und damit außerhalb des Bereiches, welcher durch den Gesetzgeber als nicht schützenswert angesehen wird (§ 21 Abs. 2 StandAG). Das identifizierte Gebiet verfügt über eine mächtige vollständige Überdeckung durch Gesteine des Tertiär oder älter welche als potentiell erosionshemmend betrachtet werden. Es besteht kein Kontakt zwischen der Salzstruktur und Ablagerungen des Quartär, welche als nicht erosionshemmend betrachtet werden, innerhalb des identifizierten Gebietes. Auf dieser Grundlage wird der Indikator „Verbreitung und Mächtigkeit erosionshemmender Gesteine im Deckgebirge des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs“ mit „günstig“ bewertet.