



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Fachliche Einordnung der
„Erste[n] Fragen und Anmerkungen zum Zwischenbericht
Teilgebiete der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE)
bezüglich der identifizierten Gebiete in Bayern“ des
Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) vom 18.11.2020

Stand 03.06.2021

1 Einleitung

Am 28.09.2020 hat die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (im Weiteren BGE) den „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 Standortauswahlgesetz“ (im Weiteren ZBTG) veröffentlicht, in dem insgesamt 90 Teilgebiete durch die Anwendung der Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien gemäß §§ 22 bis 24 StandAG ermittelt worden sind. In diesen Teilgebieten werden günstige geologische Voraussetzungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle erwartet.

Am 18.11.2020 wurden der BGE durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (im Weiteren LfU) Fragen und Anmerkungen zum genannten Zwischenbericht vorgelegt. Für die Übersendung der Fragen und Anmerkungen bedankt sich die BGE ausdrücklich. Die Anlage zum Schreiben des LfU trägt den Titel „Erste Fragen und Anmerkungen zum Zwischenbericht Teilgebiete der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) bezüglich der identifizierten Gebiete in Bayern“ und ist

- auf der Seite des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz: https://www.stmuvm.bayern.de/themen/reaktorsicherheit/ver_entsorgung/doc/zwischenbericht_teilgebiete_lfu.pdf sowie
- auf der [Homepage](#) der BGE veröffentlicht.

In dieser fachlichen Einordnung wollen wir in Kapitel 3 auf die wesentlichen Punkte aus der Stellungnahme eingehen. Die fachliche Einordnung nimmt dabei immer Bezug auf den ZBTG, steht also im Kontext des Schritts 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens.

2 Ablauf des Standortauswahlverfahrens

Für die Ermittlung von Teilgebieten hat die BGE gemäß § 12 Abs. 3 und § 13 StandAG bei den verschiedenen Bundes- und Landesbehörden Daten zu den verschiedenen in den §§ 22 bis 24 StandAG festgelegten geowissenschaftlichen Anforderungen und Kriterien abgefragt. Entsprechend der gesetzlichen Vorgaben wurden von der BGE im Schritt 1 der Phase I nur bereits vorhandene Daten der Landes- und Bundesbehörden verwendet und keine eigenen Daten erhoben. Diese Daten wurden von allen Bundes- und Landesbehörden über verschiedene Datenlieferungen zur Verfügung gestellt und von der BGE entsprechend der Methoden zur Anwendung der Ausschlusskriterien (§ 22 StandAG), der Mindestanforderungen (§ 23 StandAG) und der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (§ 24 StandAG) für die Ermittlung von Teilgebieten genutzt.

Die zugrundeliegende Methodik für die Ermittlung von Teilgebieten ist in detaillierter Form den untersetzenden Unterlagen des ZBTG zu den Ausschlusskriterien (BGE 2020h), Mindestanforderungen (BGE 2020j) sowie Geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (BGE 2020k) zu entnehmen. Deren wichtige Grundsätze für die Anwendung sind Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 1: *Wichtige Grundsätze für die Anwendung der Ausschlusskriterien (vgl. BGE 2020h)*

Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none">• Informationsgewinn kann sich nur vergrößernd auf ausgeschlossene Gebiete auswirken.• Alle Ausschlusskriterien werden unabhängig voneinander deutschlandweit angewendet.• Eine Überschätzung von ausgeschlossenen Gebieten soll durch die jeweilige Anwendungsmethode vermieden werden.• Die jeweilige Anwendungsmethode soll bundesweit möglichst einheitlich sein, soweit dies auf Grundlage der von den Bundes- und Landesbehörden gelieferten Daten möglich ist.

Tabelle 2: *Wichtige Grundsätze für die Anwendung der Mindestanforderungen (vgl. BGE 2020j)*

Mindestanforderungen
<ul style="list-style-type: none">• Anwendung der Mindestanforderungen erfolgte auf die stratigraphische Einheit, die die endlagerrelevante Gesteinsabfolge enthält.• Liegen Daten zur Bewertung erst zu einem späteren Zeitpunkt des Verfahrens vor, so gilt die Mindestanforderung als erfüllt, soweit dies aufgrund der vorhandenen Datenlage zu erwarten ist (§ 23 Abs. 3 StandAG).• Grundlage der Bearbeitung sind die Begriffsbestimmungen Wirtsgestein und die inventarisierten endlagerrelevanten Gesteinstypen.• Untere Begrenzung des Suchraums liegt bei 1.500 m unter Geländeoberkante.• Stichpunktartig dienen Bohrungsinformationen als punktueller Beleg über die Erfüllung der Mindestanforderungen.

Tabelle 3: *Wichtige Grundsätze für die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (vgl. 2020k)*

Geowissenschaftliche Abwägungskriterien
<ul style="list-style-type: none">• Die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien erfolgte auf die identifizierten Gebiete, welche aus der Anwendung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen hervorgingen.• Die Bewertung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien für die identifizierten Gebiete erfolgte anhand der jeweiligen endlagerrelevanten Gesteinsabfolge oder -formation, welche im Rahmen der Anwendung der Mindestanforderungen ausgewiesen wurde.• Im Zuge der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien erfolgte in Schritt 1 der Phase I keine Flächenänderung der identifizierten Gebiete.• Für die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien, für die zum jetzigen Zeitpunkt im Verfahren keine flächendeckenden Daten mit einem hohen Detaillierungsgrad vorliegen, erfolgte die Bewertung generisch, anhand von wirtsgesteinsspezifischen Referenzdatensätzen (BGE 2020b). Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Bewertung im oberen Bereich der physikalisch möglichen Bandbreite des Wirtsgesteins erfolgt. Dabei wird die Maxime zu Grunde gelegt, dass sich eine in der Phase I Schritt 1 des Standortauswahlverfahrens erfolgte Bewertung durch einen Informationsgewinn in späteren Phasen nicht verbessert, sondern nur beibehalten wird oder schlechter werden kann.• Als Teilgebiete wurden gemäß § 13 StandAG jene Gebiete ermittelt, welche im Ergebnis mit einer günstigen geologischen Gesamtsituation aus der abschließenden zusammenfassenden Bewertung der geowissenschaftlichen Abwägung hervorgingen.

Die Stellungnahme des LfU geht auf die Anwendung der Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien in den folgenden Teilgebieten ein:

- 001_00TG_032_01IG_T_f_jmOPT
- 002_00TG_044_00IG_T_f_tUMa
- 003_00TG_046_00IG_T_f_tUMj
- 009_00TG_194_00IG_K_g_SO
- 013_00TG_195_00IG_K_g_MO

Im Hinblick auf die Fragen und Anmerkungen des LfU ist hier noch einmal herauszuheben, dass eine Überschätzung von ausgeschlossenen Gebieten durch die jeweilige Methode zur Anwendung der Ausschlusskriterien im Rahmen von § 13 StandAG vermieden werden sollte. Dadurch wurde, sofern die jeweilige Methode zur Anwendung der Ausschlusskriterien im Rahmen von § 13 StandAG (vgl. BGE 2020h) für ein geliefertes Datum nicht eindeutig umsetzbar war, z. B. aufgrund unsicherer Positionierung, fehlender Teufeninformationen o. ä., im Zweifel (zunächst) kein ausgeschlossenes Gebiet ermittelt. Die jeweilige Methode zur Anwendung der Ausschlusskriterien sollte zudem bundesweit möglichst einheitlich sein, soweit dies auf Grundlage der von den Bundes- und Landesbehörden gelieferten Daten möglich war.

Bezogen auf die Anwendung der Mindestanforderungen im Rahmen von § 13 StandAG wurde für den ZBTG ein stratigraphischer Ansatz gewählt, d. h. das Wirtsgestein nimmt nur einen Teil der betrachteten Einheit ein. Bohrungen belegen die Erfüllung der Mindestanforderungen der endlagerrelevanten Gesteinsabfolge punktuell. Die resultierenden Ergebnisse sind damit generell überschätzend, weisen also zu große identifizierte Gebiete aus. Bohrungsinformationen zur Nicht-Erfüllung von Mindestanforderungen (Negativbelege) wurden für den ZBTG aufgrund der fehlenden räumlichen Information nur sehr eingeschränkt für eine weitere Eingrenzung verwendet. Auf diese Weise wurde vermieden, dass potenziell geeignete Gebiete aufgrund z. B. geringer Datenlage vorzeitig aus dem Verfahren ausscheiden.

In Schritt 2 der Phase I erfolgt auf Basis der ermittelten Teilgebiete die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung. Dafür werden auch bereits gelieferte Daten oder Veröffentlichungen, die im Schritt 1 der Phase I für den ZBTG methodisch noch keine Berücksichtigung fanden, sowie Hinweise aus den Stellungnahmen der Bundes- und Landesbehörden, herangezogen und geprüft.

Wie im StandAG vorgesehen, findet bis zum Vorschlag von Standortregionen für die übertägige Erkundung keine nachträgliche Anpassung der Teilgebiete statt. Vielmehr können die Anmerkungen des LfU in die Eingrenzung zu Standortregionen einfließen.

3 Wesentliche Anmerkungen des LfU und fachliche Einordnung

Im folgenden Kapitel werden einige Kritikpunkte der Stellungnahme des LfU aufgegriffen und diskutiert. Dabei besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Nachvollziehbare fachliche Hinweise werden im weiteren Verfahren berücksichtigt, aber nicht in jedem Fall explizit kommentiert. Jedem Unterkapitel vorangestellt werden die Anmerkungen des LfU in blauer Schriftfarbe gekürzt wiedergegeben; Kernaussagen werden zitiert und kurziv dargestellt. Die Einordnung durch die BGE folgt dann in schwarzer Schrift.

3.1 Anwendung der Mindestanforderungen/Abwägungskriterien für Teilgebiet 1 (001_00TG_032_01IG_T_f_jmOPT) – Tongestein

Kernaussagen der Anmerkung LfU

„Warum geht die BGE für das Teilgebiet 1 (001_00TG_032_01IG_T_f_jmOPT) nach Anwendung der Mindestanforderungen und Abwägungskriterien von einer günstigen Gesamtsituation aus?“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 1)

„Das LfU hat mit der Datenabgabe zu den Mindestanforderungen vom 15.05.2018 (10 8771.5044-34626/2018) auf relevante Studien der BGR (z. B. CCS, Tonstudie sowie weitere BGR-Studien wie z. B. ANSICHT) hingewiesen. Neben den gelieferten Daten des LfU bieten die BGR-Daten zur Auswertung der Tiefenlage, der Mächtigkeit der Opalinuston-Formation und der Mächtigkeit des Deckgebirges sowie die maximale Reichweite der ≥ 100 -Meter-Verbreitung Hinweise, die sich nicht mit der Teilgebietsidentifikation der BGE decken.“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 1)

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Die Mächtigkeit der Opalinuston-Formation im Bundesland Bayern besteht aus „nur knapp über 100 Meter mächtigen Tonvorkommen“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2010).

Gemäß § 23 Abs. 5 Nr. 2 StandAG erfüllen Gesteinsabfolgen, die eine Mächtigkeit von 100 m aufweisen, diese Mindestanforderung. Zwei Bohrungen im Bundesland Bayern belegen die geforderte Mächtigkeit und sind als entscheidungserheblich gekennzeichnet. Die im Zwischenbericht Teilgebiete veröffentlichten Teilgebiete stellen eine erste Eingrenzung von Gebieten dar, die nach derzeitigem Kenntnisstand alle Kriterien und Anforderungen erfüllen.

Die von Ihnen genannten Studien sind uns bekannt und Ergebnisse aus diesen Studien finden in unserer Arbeit Berücksichtigung. Die Datengrundlage und Methode, auf der die in der Tonstudie von Hoth et al. (2007) ermittelte Mächtigkeitsverteilung der Opalinuston-Formation beruht, liegt der BGE derzeit nicht vor. Daher wurde zur Ermittlung der Teilgebiete auf die Publikation des LfU zurückgegriffen. Sollten Sie nähere Informationen über die Methode und Datengrundlage haben, auf der die publizierten Mächtigkeitskarten von Hoth et al. (2007) beruhen, sind wir sehr dankbar für einen Hinweis.

Grundsätzlich werden alle Hinweise im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens Berücksichtigung finden. Die Berichte der BGR stellen für uns dabei eine wichtige Quelle dar. Die Ermittlung der Teilgebiete ist, wie auch in den von Ihnen genannten Publikationen und öffentlichen Vorträgen der BGE, eine erste Eingrenzung. Im Zuge der nun stattfindenden Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung werden die Gebiete durch eine detailliertere geowissenschaftliche Bearbeitung näher untersucht. Nur Gebiete, die im Ergebnis der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, der erneuten Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien und nach Maßgabe von § 25 StandAG der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien weiterhin als potentieller Standort für die Errichtung eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle weiterhin in Frage kommen, verbleiben im Verfahren.

3.2 Anwendung der Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und Abwägungskriterien für die Teilgebiete 002_00TG_044_00IG_T_f_tUMa und 003_00TG_046_00IG_T_f_tUMj (Tongestein)

Kernaussagen der Anmerkung LfU

„Eine summarische Betrachtung der Wirtsgesteinsmächtigkeit in den Teilgebieten suggeriert eine deutlich zu hohe Schichtmächtigkeit im Bereich von hunderten Metern, welche die BGE offenbar lediglich im Bereich der aufgestellten Molasse ermittelt hat.“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 3)

„Die Anwendung des Ausschlusskriteriums „aktive Störungen“ ist hier unverständlich und fachlich nicht nachvollziehbar. Auch die Anwendung der Mindestanforderungen ist hier nicht nachvollziehbar.“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 3)

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Auf alle Gebiete, die nicht von einem der in § 22 StandAG aufgeführten Ausschlusskriterien betroffen sind, wurden die Mindestanforderungen (§ 23 StandAG) angewendet. Aktive Störungszonen bilden unter Berücksichtigung des in der Begründung zum Gesetzentwurf des StandAG (BT-Drs. 18/11398) geforderten Sicherheitsabstandes von 1000 m beidseitig der Störungsfläche die ausgeschlossenen Gebiete. Die Form und Proportion einzelner „Segmente“ wurden im Rahmen der Arbeiten zur Ermittlung von Teilgebieten (Schritt 1, Phase I) nicht bewertet. Alle ausgewiesenen Bereiche zwischen aktiven Störungszonen erfüllen die Mindestanforderungen an den Flächenbedarf für ein Endlager in Tongestein, da sie eine Fläche größer oder gleich 10 km² aufweisen (BT-Drs. 18/11398).

Die beiden identifizierten Gebiete sind durch die Anwendung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen in einzelne Segmente untergliedert. Trotz dieser Segmentierung gehören die einzelnen Teile genetisch zu einem zusammengehörigen Wirtsgestein, in diesem Fall den Tongesteinen der älteren Unteren Meeresmolasse und der jüngeren Unteren Meeresmolasse, die das Teilgebiet ausmachen. Da detaillierte Informationen

zur Bewertung jedes einzelnen „Segments“ zum derzeitigen Stand des Standortauswahlverfahrens noch nicht vorlagen, wurden genetisch zusammengehörige Segmente als ein identifiziertes Gebiet ausgewiesen und im Rahmen der geowissenschaftlichen Abwägung gem. § 24 StandAG bewertet.

Eine wesentliche Datengrundlage der Anwendung der Mindestanforderungen sind die geologischen 3D-Modelle, die von den Bundes- und Landesbehörden zur Verfügung gestellt wurden. Im Fall der Unteren Meeresmolasse bilden das Modell GeoMol FWM des Landesamtes sowie Schichtenverzeichnisse von Bohrungen und paläogeographische Kartenwerke eine wesentliche Grundlage.

Im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens werden, um steil einfallende Schichten bewerten zu können, weitere Daten, wie beispielsweise seismische Daten oder bohrlochgeophysikalische Daten (z. B. Image-Logs), hinzugezogen.

Im Zuge der Ermittlung von Teilgebieten (Schritt 1, Phase I) wurden übergeordnete stratigraphische Einheiten genutzt, um die Mindestanforderungen anzuwenden. Innerhalb dieser übergeordneten stratigraphischen Einheiten ist das Auftreten von endlagerrelevanten Tongesteinsabfolgen beschrieben und belegt. Die Dokumentation finden Sie in „Datenbericht Teil 2 von 4 Mindestanforderungen gemäß § 23 StandAG und geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG, Seiten 815 ff“ (BGE 2020I).

https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Datenbericht_Teil_2_von_4_MA_und_geoWK_barrierefrei.pdf

Bohrungen sind zudem lokale Belege dafür, dass die Tongesteinsabfolgen der Unteren Meeresmolasse alle Mindestanforderungen lokal erfüllen. Die von den Bundes- und Landesbehörden gelieferten Daten wurden genutzt, um im Rahmen des Schritt 1 der Phase I eine erste Eingrenzung im 3D-Raum des Untergrundes vorzunehmen. Da die Verbreitung (lateral sowie vertikal) der Tongesteinsabfolge der Unteren Meeresmolasse derzeit nicht auskartiert vorliegt, werden übergeordnete stratigraphische Einheiten im Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens genutzt, um die Mindestanforderungen (§ 23 StandAG) erstmals anzuwenden. Eine detaillierte Kartierung der endlagerrelevanten Gesteinstypen innerhalb der übergeordneten stratigraphischen Einheiten wird Gegenstand der weiteren Bearbeitung im Standortauswahlverfahren sein. Daher freuen wir uns sehr auf den konstruktiven fachlichen Austausch im weiteren Verlauf des Verfahrens und bedanken uns für Ihre Hinweise.

Bezüglich Ihrer Hinweise zu aktiven Störungszonen hat die BGE vom LfU bisher keine Hinweise oder fachliche Einschätzungen zu aktiven Störungszonen in Bayern erhalten. Umso mehr freuen wir uns nun auf den fachlichen Austausch. Ihre Hinweise zur Aufschiebung der Faltenmolasse auf die Vorlandmolasse deckt sich mit unserer Einschätzung, diese Aufschiebung als aktive Störungszone einzustufen. Die BGE hat sich im ersten Schritt jedoch dazu entschlossen, diese prominente Störungszone nicht auszuweisen, da durch die komplexe struktureologische Situation Informationen zum Tiefen-

verlauf notwendig sind. Als Stichpunkt sind hier die aktuellen Diskussionen zur strukturellen Entwicklung der subalpinen Molasse bezüglich „potentieller Rücküberschiebungen und triangle zones“ im Untergrund zu nennen (Ortner et al. 2015). Leider ist die Geometrie der Vorlandüberschiebung nicht im geologischen 3D-Modell GeoMol, dessen Störungsflächen im restlichen Molassebecken als Datengrundlage dienen, modelliert worden. Die Prüfung der von Ihnen übermittelten Kartenwerke verdeutlicht die Grenzen zur Ausweisung komplexer Störungsgeometrien auf Grundlage von geologischen Karten, denn die Lage der Störungsspuren weicht mitunter im Kilometermaßstab voneinander ab. Daher wird im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens eine detailliertere Betrachtung für die korrekte Ausweisung eines ausgeschlossenen Gebiets entlang der Alpennordrandüberschiebung nötig sein, falls sich herausstellt, dass dies für die weitere Bearbeitung erforderlich ist.

Falls dem LfU eine detailliertere Datenlage oder Informationen zur Alpennordrandüberschiebung im Bereich eines Teilgebietes vorliegen, bitten wir um Übermittlung dieser Daten.

3.3 Anwendung der Mindestanforderungen in Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO (Kristallines Wirtsgestein)

Kernaussagen der Anmerkung LfU

„Warum werden in Teilgebiet 9 (009_00TG_194_00IG_K_g_SO) die Bohrungen mit über 1.000 Meter Teufe sowie die Daten zur Tiefenlage der Grundgebirgsoberfläche von der BGE nicht zur Bestimmung der Verbreitung von kristallinen Wirtsgesteinen bei der Teilgebietsbegrenzung berücksichtigt?“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 4)

„Kristallines Wirtsgestein wurde westlich der Linie von Kronach-Goldkronach-Erbendorf in Teufen zwischen 300 und 1.300 Meter bisher nicht nachgewiesen. Auch die Auswertung geophysikalischer Messungen lässt Vorkommen von kristallinem Wirtsgestein in der relevanten Teufe nicht erwarten.“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 4)

Fachliche Einordnung: Das sind fachlich nachvollziehbare Bemerkungen und Hinweise, die durch die angewendete Methodik für den ZBTG erklärt werden können.

Begründung: Das geologische Wissen über das Grundgebirge im tieferen geologischen Untergrund ist stets eine Interpretation aus Tiefbohrungen, geophysikalischen Daten (Seismik, Gravimetrie und Magnetik) und Lehrmeinungen/Hypothesen über den strukturellen Aufbau einer Region. Die naturgemäß unvermeidlichen Datenlücken werden in der Geologie durch Analogieschlüsse und Interpolationen über geostatistische Verfahren zwischen geologischen Datenpunkten (geologische Aufschlüsse an der Oberfläche, Informationen aus Bohrungen und abgeleiteten räumlichen Daten aus geophysikalischen Messungen) ergänzt und interpretiert.

Das LfU hat mit dem Schreiben an die BGE zur Datenlieferung bezüglich der Abfrage von Daten zur Anwendung der Mindestanforderungen (Stand 09.05.2018) darauf verwiesen, dass „... [dem] LfU keine abgrenzenden Flächen-Informationen für den angegebenen Teufenbereich [zwischen 300 und 2000 m]“ ... über Kristallingesteinsinformationen in Bayern vorliegen.

Das LfU hat der BGE mit diesem Schreiben seine digitalen Daten zur Tiefenlage des Grundgebirges aus dem bayerischen Geothermie-Atlas und vorhandene digitale Schichtenverzeichnisse aus seinen Bohrdatenbanken geliefert. Zudem wurden umfangreiche geologische Kartenwerke von digitalen, analogen und georeferenzierten Karten (GK25, GK50, GK100, GK150, GK500), geologische Schnitte und Erläuterungstexte an die BGE übermittelt. Das LfU hat zusätzlich auf die Veröffentlichungsreihe Geologica Bavarica des LfU (Bände 1 – 115 als PDF mitgeliefert) sowie auf diese drei Veröffentlichungen verwiesen:

- Bader, K. (2001): Der Grundgebirgsrück in Mittelfranken (südlich von Nürnberg) nach refraktionsseismischen Messungen. – In: Bram, K. [Hrsg.]: Der mittelfränkische Grundgebirgsrücken südlich Nürnberg, E 58: S. 7 – 33, Hannover, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller).
- Bader, K., Meyer, R. K. F. & Brunold, H. (2003): Die Struktur des Landshut-Neuöttinger-Hochs von Mainburg bis Neumarkt-St. Veit nach seismischen Messungen und Bohrungen. – Geol. Bl. NO-Bayern, 53 (1 – 4): S. 1 – 44, Erlangen.
- Reinhold, K. (2005): F+E Endlagerung - Tiefenlage der "Kristallin-Oberfläche" in Deutschland. – Geotechnischer Bericht. Berlin: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

Die genutzten Datengrundlagen zur Ermittlung des identifizierten Gebietes innerhalb des kristallinen Grundgebirges des Saxothuringikum in Nordbayern ergab sich aus den methodischen Anwendungsprinzipien der BGE zur Anwendung der Mindestanforderungen im Rahmen von § 13 StandAG für das gesamte Bundesgebiet. Verwendet wurde die vom LfU gelieferte GIS-Karte des Grundgebirges in ihrer ursprünglichen Auflösung (aus dem bayerischen Geothermie-Atlas). Zusätzlich wurden die vom LfU gelieferten Schichtenverzeichnisse auf Vorkommen von kristallinem Wirtsgestein entsprechend der Begriffsbestimmung der BGE gefiltert (BGE 2020j).

Darüber hinaus wurden oberflächennahe bzw. anstehende Gesteinsformationen kristalliner Wirtsgesteine aus der GÜK 250 (BGR 2019), der Karte der Tiefenlage des Grundgebirges von Reinhold (2005) sowie aus digitalisierten Karten der Datenlieferung der BGR über kristalline Gesteinsformationen entnommen und zum Abgleich herangezogen.

Die Anwendung der Mindestanforderungen im Rahmen von § 13 StandAG wurde von der BGE methodisch so bearbeitet, dass identifizierte Gebiete in stratigraphischen oder großstrukturellen Einheiten ausgewiesen wurden. Punktuelle Informationen zur Nicht-Erfüllung von Mindestanforderungen (v. a. Bohrungen) wurden im Rahmen von § 13 StandAG aufgrund der fehlenden räumlichen Information in der Regel nicht für eine weitere Eingrenzung verwendet. Der BGE ist bewusst, dass dies, wie auch in diesem Fall, bei der Anwendung der Mindestanforderungen zu einer Überschätzung von identifizierten Gebieten führen kann. Ziel war es, ein einheitliches methodisches Vorgehen zur Anwendung der Mindestanforderungen im Schritt 1 der Phase I für das gesamte Bundesgebiet zu gewährleisten und ein vorzeitiges Ausscheiden potentiell geeigneter Gebiete zu vermeiden.

Eine Interpolation solcher Bohrungsdaten über mehrere Kilometer hinweg sollte im Zusammenhang mit weiteren Informationen (z. B. geophysikalische Daten) erfolgen. Dies ist Gegenstand der Arbeiten der BGE im Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens.

Neue Kenntnisse und genauere Interpretationen des geologischen Aufbaus (Tiefenlage und Lithologie) und dem möglichen Auftreten von tektonischen Störungs- und Deformationszonen im tieferen geologischen Untergrund von Franken werden von der BGE durch das LfU-geförderte Forschungsprojekt „Integrierte geophysikalisch-strukturgeologisch-kinematische Analyse des Störungsinventars in Nordbayern“ (https://cris.fau.de/converis/portal/project/212058320?lang=de_DE), welches Ende 2020 abgeschlossen werden sollte, erwartet. Des Weiteren startete Anfang 2021 das LfU-geförderte Forschungsprojekt „Untergrundmodell nordbayerisches Deckgebirge – Lithologische, petrophysikalische und strukturelle Charakteristik und Variabilität wichtiger Speicher- und Barrieregesteinshorizonte“ des GeoZentrums Nordbayern (https://cris.fau.de/converis/portal/project/245860530?lang=de_DE), welches Ende 2025 abgeschlossen werden soll. Neue Erkenntnisse aus diesen Projekten könnten für die gegenwärtigen Arbeiten in Schritt 2 der Phase I genutzt werden.

3.4 Anwendung der Abwägungskriterien in Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO (Kristallines Wirtsgestein)

Kernaussagen der Anmerkung LfU

„Aus Sicht des LfU ist die günstige Bewertung der BGE nach Anwendung der Abwägungskriterien weitgehend unzutreffend.

Eine pauschale Anwendung bei 9 von 11 Abwägungskriterien auf nicht spezifizierte kristalline Wirtsgesteine sind aus Sicht des LfU bei der geowissenschaftlich basierten Auswertung als entscheidende Kriterien für die Teilgebietsidentifizierung ungeeignet. Pauschale Annahmen über hunderte von Kilometern widersprechen einer streng wissenschaftlichen Vorgehensweise insbesondere dann, wenn vorhandene Daten aus den Teilgebieten nicht berücksichtigt werden.“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 6)

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Im Zusammenhang mit der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien können wir Ihnen mitteilen, dass im Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens die jeweiligen identifizierten Gebiete als Ganzes betrachtet wurden. Bei großflächigen Gebieten, wie z. B. den Teilgebieten 009_00TG_194_00IG_K_g_SO und 013_00TG_195_00IG_K_g_MO bedeutet das, dass das Vorhandensein günstiger Bereiche zu einer günstigen Gesamtbewertung des gesamten identifizierten Gebietes geführt hat. Eine Verkleinerung identifizierter Gebiete erfolgt im Rahmen der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien in Schritt 1 der Phase I nicht.

3.5 Anwendung der Mindestanforderungen in Teilgebiet 013_00_TG_195_00IG_K_g_MO (Kristallines Wirtsgestein)

Kernaussagen der Anmerkung LfU

„Aufgrund welcher Basis definiert die BGE in der Region westlich und nordwestlich von Weiden/Opf. in Teilgebiet 13 (013_00_TG_195_00IG_K_g_MO) und untergeordnet auch in Teilgebiet 9 (009_00TG_194_00IG_K_g_SO) Kristallines Wirtsgestein (unter Deckgebirge)?“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 6)

„Innerhalb des Teilgebietes haben 6 Tiefbohrungen mit Teufen größer 1.000 Meter kein kristallines Wirtsgestein unter Deckgebirge ≥ 300 Meter erreicht. Insbesondere im Raum Weiden/Opf. sind durch Tiefbohrungen mehr als 1.400 Meter mächtige sedimentäre Deckgebirgseinheiten nachgewiesen (vgl. Abbildung 2) und nach geophysikalischen Untersuchungen zudem für einen deutlich größeren Raum zu erwarten.“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 6)

Fachliche Einordnung: Das sind fachlich nachvollziehbare Bemerkungen und Hinweise. Wir werden diese im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens berücksichtigen. Wir können Ihrer Argumentation hier sehr gut folgen und in weiten Teilen auch zustimmen.

Begründung: Die Datengrundlage zur Ermittlung der Tiefenlage des kristallinen Wirtsgesteins im Teilgebiet 9 (009_00TG_194_00IG_K_g_SO) und untergeordnet auch im nördlichen Bereich des Teilgebiets 13 (013_00_TG_195_00IG_K_g_MO) in Nordbayern war die vom LfU gelieferte GIS-Karte des Grundgebirges in ihrer ursprünglichen Auflösung (aus dem bayerischen Geothermie-Atlas). Zusätzlich wurden die vom LfU gelieferten digitalen Schichtenverzeichnisse auf das Vorkommen von kristallinem Wirtsgestein entsprechend der Begriffsbestimmung der BGE gefiltert (BGE 2020j). Darüber hinaus wurden oberflächennahe bzw. anstehende Gesteinsformationen kristalliner Wirtsgesteine aus der GÜK 250 (BGR 2019), der Karte der Tiefenlage des Grundgebirges von Reinhold (2005), sowie aus digitalisierten Karten der Datenlieferung der BGR entnommen und zum Abgleich herangezogen.

Die Bohrungen dienten im Schritt 1 der Phase I lediglich als Anhaltspunkte für kristalline Wirtsgesteinsvorkommen im geologischen Untergrund. Allerdings wurden diese Informationen nicht für eine genauere Modellierung des kristallinen Grundgebirges genutzt, da es sich dabei um punktuelle, lokale Daten handelt, welche nicht über mehrere Kilometer hinweg interpoliert werden sollten, ohne weitere aufbereitete geophysikalische Primärdaten (Seismik, Gravimetrie und Magnetik) heranzuzuziehen.

Die vom LfU gelieferte GIS-Karte des Grundgebirges hat in ihrer Auflösung nicht die maximale Tiefenlage des sedimentären Weidenbeckens abgebildet. Eine detaillierte Grundgebirgsinterpretation mit Hilfe der vorhandenen Bohrungsdaten und einer höher aufgelösten Grundgebirgskarte aus dem LfU-geförderten Forschungsprojekt „Integrierte geophysikalisch-strukturgeologisch-kinematische Analyse des Störungsinventars in Nordbayern“ (https://cris.fau.de/converis/portal/project/212058320?lang=de_DE) haben auch aus Sicht der BGE die Konsequenz, dass die Grundgebirgsbereiche des Weidenbeckens in Teilgebiet 13 (013_00_TG_195_00IG_K_g_MO) und auch in Teilgebiet 9 (009_00TG_194_00IG_K_g_SO) (z. B. der Staffelstein-Graben) vermutlich deutlich tiefer als 1500 m u. GOK liegen und somit wahrscheinlich nicht als Standortregionen für die übertägige Erkundung in Betracht kommen werden.

3.6 Anwendung der Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und Abwägungskriterien für Teilgebiet 78 (078_03TG_197_03IG_S_f_z) – Salzgestein in flacher Lagerung

Kernaussagen der Anmerkung LfU

„Warum werden von der BGE im Verbreitungsgebiet des Werra-Steinsalzes in Teilgebiet 78 (078_03TG_197_03IG_S_f_z) atektonische Störungen und tektonische Störungen, die Wasserzutritte ermöglichen, nicht berücksichtigt?“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 7)

„Das LfU hat mit Datenlieferung vom 09.03.2018 (10-8771.5044-18193/2018) Erdfälle, Dolinen und Subrosionssenken an die BGE übermittelt und auf deren wichtige Bedeutung hingewiesen. Die Subrosionsflächen und Erdfälle liegen teilweise innerhalb des identifizierten Teilgebietes.“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 7)

„Die BGE hat offenbar die Daten des LfU zur Verbreitung der Subrosionssenken, der Störungen und der Erdfälle bei der Teilgebietsidentifikation nicht berücksichtigt. Auch die bedeutende Heustreuer Störungszone liegt innerhalb des Teilgebiets und wurde von der BGE offenbar bei der Ausweisung des Teilgebietes nicht berücksichtigt.“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2020; S. 8)

Fachliche Einordnung: Die BGE kann sich der geäußerten Kritik in dieser Form nicht anschließen.

Begründung: Die Ausweisung der Fläche des Teilgebiets 078_03TG_197_03IG_S_f_z im Gebiet von Bayern erfolgte auf der Auswertung von Bohrungen (Datenlieferung des LfU vom 15.05.2018), einer paläogeographischen Karte von Ziegler (1989) sowie der Extrapolation der Auswertungsergebnisse aus Thüringen, beruhend auf Bohrungsdaten und einer Mächtigkeitkarte von Seidel (2013).

Die vom LfU gelieferten Daten zu atektonischen Vorgängen und tektonischen Störungen wurden entsprechend der festgelegten Methoden zur Anwendung der Ausschlusskriterien und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien im Zuge der Ermittlung von Teilgebieten (vgl. BGE 2020h, 2020k) berücksichtigt. Vom LfU wurden der BGE umfangreiche Störungsdaten in Form von Störungsspuren mit unterschiedlichen Detailtiefen geliefert. Eine Klassifizierung der Störungsdaten durch das LfU hinsichtlich ihrer Aktivität liegt trotz einer entsprechenden Abfrage durch die BGE nicht vor. Die detaillierteren Störungsdaten liegen, anders als die generalisierten Daten, nicht flächendeckend, sondern nur regional vor. Zudem enthalten auch diese detaillierteren Daten keine Informationen zur Aktivität. Die Verfügbarkeit von regionalgeologischen Karten ist in Deutschland sehr unterschiedlich und führt in vielen Fällen an den Landesgrenzen durch nicht homogenisierte Daten zu Inkohärenzen. Im Zuge der Ermittlung von Teilgebieten (Schritt 1, Phase I) wurden daher Methoden mit dem Ziel einer deutschlandweit möglichst einheitlichen Anwendbarkeit entwickelt.

Die BGE hat über eine Verschneidung der flächenhaft vorliegenden Störungsspuren mit den Einheiten jünger als 34 Mio. Jahren aus der GÜK250 (BGR 2019) solche Störungsspuren identifiziert, die als aktiv gemäß § 22 Abs. 2 Nr. 2 StandAG zu werten sind. Zudem wurden deutschlandweit tektonisch aktive Großstrukturen definiert. Da beide Fälle für die im Schreiben genannte Heustreuer Störungszone nicht zutreffen, wurde diese Störungszone nicht über das Ausschlusskriterium „aktive Störungszonen“ als ausgeschlossen Gebiet ermittelt.

Ähnliches gilt für die Informationen zu den atektonischen Vorgängen. Ein Ausschluss erfolgt gemäß Methodik, wenn die Entstehungstiefe der atektonischen Objekte unterhalb von 300 m (im endlagerrelevanten Tiefenbereich) verortet werden kann. In den vom LfU gelieferten Daten sind keine Informationen zur Entstehungstiefe oder auch zu den Entstehungshorizonten enthalten. Es liegen für das Teilgebiet keine flächenhaften Informationen zur Tiefenlage der Werra-Steinsalze als möglichen Entstehungshorizont für atektonische Vorgänge vor. Punktuelle Informationen aus Bohrungen deuten aber auf relativ große Teufen von 845 m (Mellrichstadt) bzw. 637 m (Ostheim 1) unter GOK hin. Zudem kommen im Teilgebiet 078_03TG_197_03IG_S_f_z zum Teil anstehend, zum Teil oberflächennah Gesteine des Muschelkalk und Oberen Buntsandstein vor, welche ebenfalls als Entstehungshorizonte der Subrosion und Erdfälle potenziell in Frage kommen können. Da kein zweifelsfreier Zusammenhang zwischen den Steinsalzen der Werra-Formation und den atektonischen Strukturen besteht, wurden auch diese nicht über das Ausschlusskriterium „aktive Störungszonen“ ausgeschlossen.

Die gelieferten Informationen zu den genannten Strukturen wurden zwar nicht im Rahmen der Ausschlusskriterien als ausgeschlossene Gebiete ermittelt, dafür sind sie in die geowissenschaftliche Abwägung der Anlage 11 (zu § 24 Abs. 5) StandAG zur „Bewertung des Schutzes des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs durch das Deckgebirge“ eingeflossen. Aufgrund der bekannten strukturellen Komplikationen im Deckgebirge in Form der genannten Störungszonen und Subrosionsgebiete wurde der entsprechende Indikator („Ausprägung struktureller Komplikationen“) mit „bedingt günstig“ bewertet. Mit den geowissenschaftlichen Abwägungskriterien wurden im ersten Schritt der Phase I die identifizierten Gebiete bezüglich ihrer geologischen Gesamtsituation bewertet. Eine Verkleinerung der Fläche der identifizierten Gebiete durch die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien wurde in Schritt 1 der Phase I nicht durchgeführt. Die Bewertung von Indikatoren und Kriterien gilt daher für das gesamte Teilgebiet 078_03TG_197_03IG_S_f_z. Da die flächenhafte Ausdehnung dieses Gebiets ausreichend groß erscheint, um einen Bereich ohne entsprechende Komplikationen zu finden, wurde die geologische Gesamtsituation insgesamt als „günstig“ eingeschätzt. Im Rahmen der im Schritt 2 der Phase I u. a. erfolgenden repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, die zu einer Einengung der Teilgebiete führen kann, werden die bekannten Strukturen im Deckgebirge erneut geprüft und ggf. mit eingebracht.

4 Literatur

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2010): *Kein Endlager in Bayern möglich - Geologische Fakten und Hintergründe*. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (2020): Erste Fragen und Anmerkungen zum Zwischenbericht Teilgebiete der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) bezüglich der identifizierten Gebiete in Bayern. LfU. Augsburg
- BGE (2020h): *Anwendung Ausschlusskriterien gemäß § 22 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH.
https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Anwendung_Ausschlusskriterien_gemaess_22_StandAG_Untersetzende_Unterlage_des_Zwischenberichts_Teilgebiete_Rev.001.pdf
- BGE (2020j): *Anwendung Mindestanforderungen gemäß § 23 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH.
https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Anwendung_MA_gemaess_23_StandAG_Rev.001_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 (2020l): *Datenbericht Mindestanforderungen gemäß § 23 StandAG und 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/Datenbericht_Teil_2_von_4_MA_und_geoWK_barrierefrei.pdf
- BGR (2019): *Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:250.000 (GÜK250)*. 1:250.000. 2. Aufl. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).
- 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
- Hoth, P., Wirth, H., Reinhold, K., Bräuer, V., Krull, P. & Feldrappe, H. (2007): *Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen Deutschlands. Untersuchung und Bewertung von Tongesteinsformationen*. Berlin / Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

- Ortner, H., Aichholzer, S., Zerlauth, M., Pilser, R. & Fügenschuh, B. (2015): *Geometry, amount, and sequence of thrusting in the Subalpine Molasse of western Austria and southern Germany, European Alps*. Tectonics, Bd. 34, S. 1-30. ISSN 02787407. DOI: 10.1002/2014tc003550
- Reinhold, K. (2005): *F+E Endlagerung - Tiefenlage der "Kristallin-Oberfläche" in Deutschland*. Geotechnischer Bericht. Berlin: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- Seidel, G. (2013): *Stratigraphie, Fazies und geologische Stellung des Zechsteins und der Trias Thüringens*. Beiträge zur Geologie von Thüringen. Neue Folge, Bd. 20, S. 21 - 78
- StandAG: Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760) geändert worden ist
- Ziegler, M. A. (1989): *North German Zechstein facies patterns in relation to their substrate*. Geologische Rundschau, Bd. 78, S. 105-127. ISSN 1432-1149. DOI: 10.1007/BF01988356

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine
T +49 05171 43-0
poststelle@bge.de
www.bge.de