



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Fachliche Einordnung
zur „Stellungnahme des Sächsisches Landesamt für
Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) zum
Zwischenbericht Teilgebiete der BGE vom 28.09.2020“
vom 21.01.2021

Stand 07.06.2021

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 21.01.2021 wurde der BGE durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (im Weiteren LfULG) eine Fachstellungnahme zum genannten Zwischenbericht vorgelegt. Für die Übersendung der Fachstellungnahme bedankt sich die BGE ausdrücklich. Die Stellungnahme des LfULG trägt den Titel „Fachstellungnahme des LfULG zum „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG“ der Bundesgesellschaft für Endlagerung vom 28.09.2020 – zur Betroffenheit des Freistaates Sachsen“ und ist auf der [Webseite des LfULG](#) 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) und 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 LfULG geht auf die Anwendung der Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien in den Teilgebieten 008_01TG_204_01IG_T_f_kro, 009_00TG_194_00IG_K_g_SO und 011_00TG_200_00IG_K_g_SPZ in Sachsen ein. Für die weitere fachliche Auseinandersetzung des seitens der BGE ermittelten Teilgebiets 009_00TG_194_00IG_K_g_SO wurde dieses durch das LfULG in regionalgeologische Einheiten mit einheitlichen lithologischen und strukturellen Eigenschaften untergliedert.

Im Hinblick auf die Fragen, Anmerkungen und geowissenschaftlichen Bewertungen des LfULG 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 LfULG in die Eingrenzung zu Standortregionen einfließen.

3 Wesentliche Anmerkungen des LfULG und fachliche Einordnung

Im folgenden Kapitel werden einige Kritikpunkte der Stellungnahme des LfULG 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 LfULG in blauer Schriftfarbe gekürzt wiedergegeben; Kernaussagen werden zitiert und kursiv dargestellt. Die Einordnung durch die BGE folgt dann in schwarzer Schrift.

3.1 Begriffsbestimmung zum Kristallines Wirtsgestein

Kernaussagen der Anmerkung des LfULG

„In der untersetzenden Unterlage „Anwendung Mindestanforderungen gemäß § 23 StandaG“ (BGE, 2020g) spezifiziert die BGE den Begriff „hochgradig regionalmetamorphe Gesteine“ als „Gesteine der Fazies Amphibolit, Eklogit und Granulit nach Eskola (1915), zu welchen u. a. Gneise und Migmatite gezählt werden.“ Für die Prüfung des „Zwischenberichts Teilgebiete“ hat das LfULG Amphibolit, Eklogit, Glimmerschiefer, Gneis, Granulit und Marmor als Wirtsgestein klassifiziert. Außerdem wurden Plutonite und kontaktmetamorphe Gesteine berücksichtigt. Obwohl letztere niedriggradig metamorphe Gesteine sind, geben sie immer Hinweis auf die Nähe eines Plutonits, da eine Kontaktmetamorphose durch die Wärme eines Intrusionskörpers verursacht wird. Als Nicht-Wirtsgestein wurden Sedimente, Tonschiefer, Phyllit, Chloritschiefer, Vulkanite, subvulkanische Gesteine und Pyroklastite klassifiziert.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 7)

Fachliche Einordnung: Die BGE kann die Anmerkungen und Annahmen zum Teil nicht nachvollziehen. Glimmerschiefer und Marmore werden von der BGE nicht als kristalline Wirtsgesteine definiert. Die Nutzung von kontaktmetamorphen Gesteinen als Explorationsindikatoren für Plutonite ist nachvollziehbar.

Begründung: Wie im obigen Absatz richtig zitiert, sind von der BGE ausschließlich Plutonite und hochgradig regionalmetamorphe Gesteine als kristalline Wirtsgesteine deklariert worden, d. h. z. B. Granulite, Eklogite, Gneise, Amphibolite oder auch Migmatite. Metamorphe Gesteine wie Phyllite, Schiefer, Hornfelse, Marmore und Skarne werden nicht als Wirtsgesteine im Standortauswahlverfahren berücksichtigt, da niedrig- bis mittelgradig regionalmetamorphe und geschieferte Gesteine sowie Hochdruck- und Kontaktmetamorphite nach Auffassung der BGE keine kristallinen Wirtsgesteine mit günstigen Eigenschaften für die Endlagerung von radioaktiven Abfällen darstellen (BGE 2020j).

Die BGE begrüßt das Vorgehen, kontaktmetamorphe Gesteine wie Hornfelse und Skarne als Explorationsindikatoren für das Auftreten von intrusiven magmatischen Einheiten (Plutoniten) zu nutzen; gerade in Bereichen von Teilgebieten, in denen Tiefbohrungen mit Teufen > 300 m u. GOK nicht vorhanden sind. Die geologischen Karten „Lausitz - Jizera - Karkonosze“ im Maßstab 1 : 100 000 (GK100 LJK) und im Maßstab

1 : 400 000 ohne känozoische Sedimente (GK400) geben Aufschluss über die Verbreitung von kartierten kontaktmetamorphen Gesteinen (Skarne, Hornfelse oder Frucht- und Knotenschiefer) in Gebieten wie der Lausitzer Grauwacken-Einheit oder in Nordwestsachsen im Nordsächsischen Block.

3.2 Ausschlusskriterien

Kernaussagen der Anmerkung des LfULG

Das LfULG hat bezüglich des Ausschlusskriteriums „aktive Störungszone“ zwei Punkte angemerkt. Zum einen sollten alle vom LfULG als „aktiv“ klassifizierten und an die BGE übermittelten Störungszonen (286 Störungszonen) von der BGE als solche übernommen werden und nach Ansicht des LfULG dementsprechend zu ausgeschlossenen Gebieten führen.

„Diese Störungen wurden überwiegend mit einem beidseitigen Puffer von 1 km ausgeschlossen. Acht Störungssegmente wurden nicht berücksichtigt (Abb. 2, blaue Linien). Die einzige glazigen-tektonische Störung „Muskauer Faltenbogen“, welche durch oberflächennahe Prozesse in der Eiszeit entstand, reicht nicht bis in endlagerrelevante Teufen von 300 m, sodass der Entscheidung der BGE, diese Störung nicht zu berücksichtigen, gefolgt werden kann. Bei allen endogen-tektonischen Störungen, welche sich durch tektonische Prozesse im Erdinneren bildeten, muss jedoch davon ausgegangen werden, dass diese eine Tiefererstreckung bis in endlagerrelevante Teufen erreichen. Die Entscheidung der BGE, diese Störungen nicht zu berücksichtigen, ist nicht plausibel.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 8)

Zum anderen sollten nach Ansicht des LfULG keine Teilgebietsflächen innerhalb einer von der BGE definierten tektonisch aktiven Großstruktur liegen.

„Außerdem definierte die BGE zwei tektonische Großstrukturen in Sachsen, „Vogtland“ und „Lausitzer Tertiärgräben“ (Abb. 2, hellgrün), welche intensive tektonische Aktivität aufweisen. Innerhalb dieser tektonischen Großstrukturen wurden die dunkelroten Flächen in Abb. 2 nicht ausgeschlossen.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 8)

Fachliche Einordnung: Die BGE hat vom LfULG einen sehr guten Datensatz mit aktiven Störungszonen und einer ausführlichen Erläuterung erhalten, kann sich aber den oben genannten Anmerkungen des LfULG fachlich nicht anschließen.

Begründung: Die Methodik der BGE im Schritt 1 der Phase I zur Anwendung der Ausschlusskriterien verfolgt das Ziel, nur ausgeschlossene Gebiete zu ermitteln, in denen ein Ausschlusskriterium sicher erfüllt wurde. Mit Blick auf das Ausschlusskriterium „aktive Störungszonen“ spielt der Nachweis der Aktivität innerhalb von 34 Millionen Jahren daher eine wichtige Rolle. Bei der Prüfung des Datensatzes durch die BGE konnten nicht alle Störungszonen diesen Nachweis sicher erbringen. Dies betrifft zum einen Störungszonen, deren letzter Aktivitätsnachweis der Attribuierung zufolge „vermutet“ wird (z. B.

Altenburger Störung: „geophysikalisch Vermutet“ basierend auf Kartendaten „unbekannter Zuverlässigkeit“) oder wenn sich aus der Prüfung der Datengrundlage keine Aktivität nachweisen lässt; z. B. Waldheim-Süd/Nord-Störung, keine Aktivität aus (Andreani et al. 2014) ableitbar und Müller et al. (in prep.) nicht verfügbar oder der Rietschen-Abbruch, der in der genannten Datengrundlage Stanek et al. (2016) als solcher nur „vermutet“ wird.

Die Strategie rezente Erdbeben als Nachweis für die Aktivität einer konkreten Störungszone zu nutzen, ist nach Ansicht der BGE mit großen Ungewissheiten behaftet, denn die Lagegenauigkeit der Erdbebenzentren liegt bei seismologisch ermittelten Epizentren in der Größenordnung von Kilometern.

Bezüglich der Anmerkung zu den nicht ausgeschlossenen Gebieten innerhalb von tektonisch aktiven Großstrukturen: Wie bei der Nachfrage seitens des LfULG persönlich erläutert wurde und im ZBTG ausführlich beschrieben wird, führt die Definition einer „tektonisch aktiven Großstruktur“ nicht zum „flächigen“ Ausschluss einer gesamten Region. So ist die Definition einer „tektonisch aktiven Großstruktur“ in Kapitel 7.4.3 (BGE 2020h) eindeutig formuliert: „Die auf Basis der unten beschriebenen Abgrenzungsverfahren definierten tektonischen Großstrukturen sind nicht als ausgeschlossene Gebiete zu verstehen, sondern vielmehr als Argumentationsgrundlage und Hilfsmittel zur Ausweisung aktiver Störungszonen in Deutschland“.

3.3 Anwendung der Mindestanforderungen im Teilgebiet 008_01TG_204_01IG_T_f_kro

Kernaussagen der Anmerkung des LfULG

„Zur Prüfung, ob im ausgewiesenen Teilgebiet die Mindestanforderungen erfüllt sind, hat das LfULG die an die BGE gelieferten Bohrungsdaten herangezogen. Als Wirtsgesteine wurden die tondominierten Vertreter der kontinuierlichen Reihe Kalkstein-Mergel-Tonstein mit einem Tonmineralanteil von mehr als 50 % Tonstein, Tonmergelstein und mergeliger Tonstein klassifiziert.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 16)

„Im Teilgebiet treten Gesteinseinheiten, welche die Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a) erfüllen, nur am Rand der Nordsudetischen Senke auf. Im Inneren des Sedimentationsraumes wurden überwiegend karbonatische sowie gröber klastische Ablagerungen erbohrt. Deshalb ist nur die Ausweisung der Muldenränder als Teilgebiet plausibel (Abb. 7).“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 16)

Fachliche Einordnung: Fachlich teilweise nachvollziehbare Hinweise, die durch die angewendete Methodik für den ZBTG erklärt werden können.

Begründung: Bei der Anwendung der Mindestanforderungen für Schritt 1 der Phase I verfolgte die BGE einen stratigraphischen und keinen lithologischen Ansatz. Dieser An-

satz basierte auf dem seitens der BGE für die Erstellung des Zwischenberichts Teilgebiete gewählten Detaillierungsgrad. Tongesteinsformationen bzw. -abfolgen in stratigraphischen Einheiten, welche die Aufgaben des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (ewG) übernehmen können, wurden zunächst inventarisiert. Da kein 3D-Modell mit einem entsprechendem Detaillierungsgrad der sedimentären Einheiten in der Nordsudetischen Senke zur Verfügung stand, erfolgte die Anwendung der Mindestanforderungen mit Hilfe der „lithologisch-paläogeographischen Karte der DDR, Cenoman bis Maastricht“ (Musstow 1976) sowie Tiefeninformationen der Oberkreide-Basis und der Tertiär-Basis des Southern Permian Basin Atlas (Doornenbal & Stevenson 2010). Bohrungen wurden punktuell ausgewertet und als Positivbeleg für die Erfüllung der Mindestanforderungen genutzt.

Das LfULG bezieht sich auf 15 Bohrungen im Untersuchungsgebiet, welche Oberkreidevorkommen erbohrt haben. Für 7 Bohrungen wird das Vorhandensein von Wirtsgestein Tonstein im Sinne der Begriffsbestimmung (BGE 2020j) bestätigt. Für 8 Bohrungen wird das Vorhandensein von Wirtsgestein ausgeschlossen. Erwähnung finden weitere 15 Bohrungen in der Nähe des Teilgebiets, welche jedoch die Oberkreide nicht erreicht haben.

Die komplexe sedimentäre Entwicklung des Sedimentationsraumes der Nordsudetischen Senke während der Zeit der Oberkreide ist in der stratigraphischen Gliederung in Milewicz (1997) dargestellt. Dieser Übersicht ist zu entnehmen, dass im Cenomanium, Turonium und Coniacium gröber klastisch Sandschüttungen aus Südosten ins Beckeninnere vorstoßen. Jedoch ist durch die Bohrung B101/1961 belegt, dass die Abfolgen des Turonium und Unteren Coniacium tondominiert sind und keine sandigen Einschaltungen in dieser paläogeographischen Position im Becken auftreten. Das LfULG führt die Bohrungen B1976/1966; B1978/1967; B1979/1966 als Beleg für „Bohrung ohne Wirtsgestein“ an. Jedoch ist mit einer maximalen Teufe von 510 m nicht zu erwarten, dass diese Bohrungen die gesamte Oberkreide durchteufen. Dementsprechend kann eine Bewertung der Abfolgen (insbesondere des Turonium und Unteren Coniacium), die die Eigenschaften des ewG übernehmen sollen, anhand dieser Bohrungen nicht erfolgen.

Im Inneren des sächsischen Teils der Nordsudetischen Senke sind vor allem Sedimente des Santonium angetroffen worden. Diese werden durch Tröger (2011) als terrestrische Fazies mit Sand- und Schluffsteinen beschrieben. Dem folgend wird durch das LfULG angegeben, dass im Beckeninneren der Nordsudetischen Senke primär Sedimente mit einem Tongehalt < 50 % zu erwarten sind.

Demgegenüber beschreiben z. B. Voigt (2015) und Milewicz (1997) mit Bezug auf Musstow (1968) das Santonium der Nordsudetischen Senke als stark tonige Fazies. Auch für die Sedimentgesteine des Campanium wird eine eher tonige Fazies angenommen. Somit kann das Vorkommen von Wirtsgesteinen weder im Santonium noch Campanium insbesondere im Nordwesten des Ablagerungsraumes prinzipiell ausgeschlossen werden.

Als Bewertungsgrundlage dienen der BGE im Schritt 1 der Phase I grundlegende sedimentologische Modelle. Für die Oberkreide der Nordsudetischen Senke basieren sedimentologische Modelle auf den regionalen stratigraphischen Erkenntnissen, beispielsweise nach Milewicz (1997) und Tröger (2011). Dementsprechend wurden in Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens die stratigraphische Einheit Oberkreide in der Nordsudetischen Senke basierend auf der „lithologisch-paläogeographische Karte der DDR, Cenoman bis Maastricht“ (Musstow 1976) zunächst vereinfacht eingegrenzt. In Schritt 2 der Phase I werden weitere der BGE zur Verfügung stehende Daten wie geophysikalische Daten, Bohrungen und Literaturstudien genutzt, um eine detailliertere räumliche Charakterisierung in Hinblick auf lithologische Abfolgen sowie der mineralogischen Zusammensetzung (die ebenfalls eine Diskussion des Karbonatgehaltes einschließt) vorzunehmen. Die von Ihnen genannten Hinweise nehmen wir dankend entgegen und werden diese in Schritt 2 berücksichtigen.

3.4 Anwendung der Mindestanforderungen im Teilgebiet 011_00TG_200_00IG_K_g_SPZ

Kernaussagen der Anmerkung des LfULG

„Da im Norden Sachsens ausschließlich kambrische Sedimente erbohrt sind, gibt es keine Hinweise, dass die südliche Phyllitzzone bis nach Sachsen reicht. Die Grenzierung der BGE ist weder aus Bohrungsdaten noch aus den Veröffentlichungen von Bankwitz et al. (2001) und Kopp et al. (2001) nachzuvollziehen. Deshalb ordnet das LfULG diese kambrischen Sedimente der Torgau-Doberlug-Einheit zu.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 18)

„Im Teilgebiet 011_00TG_200_00IG_K_g_SPZ kommen die zwei Plutone von Pretzsch und Prettin vor, welche randlich bis nach Sachsen reichen. Diese Plutone erfüllen die Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a). Der Ausweisung der Region als Teilgebiet kann im Bereich der Plutonite gefolgt werden. Eine Ausweisung der Sedimentite als Teilgebiet erscheint dagegen unplausibel.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 18)

Fachliche Einordnung: Fachlich nachvollziehbare Hinweise, die durch die angewendete Methodik für den ZBTG erklärt werden können.

Begründung: Im Schritt 1 der Phase I wurden zur Ermittlung von Teilgebieten vorwiegend geologische 3D-Modelle und geologische Übersichtskarten des kristallinen Grundgebirges verwendet. Ein vorgeschalteter Schritt war eine umfangreiche Literaturrecherche und systematische Inventarisierung von kristallinen Wirtsgesteinsformationen. Bei der Anwendung der Mindestanforderungen im Rahmen von § 13 StandAG wurde für den ZBTG ein stratigraphischer Ansatz gewählt.

Der BGE ist bewusst, dass im Teilgebiet 011_00TG_200_00IG_K_g_SPZ neben kristallinen Wirtsgesteinen auch nicht endlagerrelevante kristalline Gesteine in Teufen > 300 m u. GOK vorkommen. Eine für Schritt 1 der Phase I ausreichend detaillierte Beschreibung der geologischen Gegebenheiten im Teilgebiet 011_00TG_200_00IG_K_g_SPZ ist auf

den Seiten 161 und 162 der untersetzenden Unterlage zum ZBTG „Anwendung Mindestanforderungen gemäß § 23 StandAG“ zu finden (BGE 2020j):

„Die SPZ [Südliche Phyllitzzone] umfasst niedrigmetamorphe stratigraphische Einheiten der Rothstein- und Zwethau-Formation, sowie der Drehna-Gruppe, die einen Altersbereich vom Neoproterozoikum bis Ordovizium abdecken (Bankwitz et al. 2001a). Die Phyllite und niedrigmetamorphen Vulkanite der SPZ sind keine endlagerrelevanten kristallinen Wirtsgesteine.“ (BGE 2020j, S. 161)

„Innerhalb der SPZ wurden einige jüngere variszische Plutonite und Ganggesteine erbohrt und die Ausdehnung dieser Intrusionen kann häufig grob umrissen werden, z. B. der Plutonitkomplex von Pretzsch-Prettin-Schönewalde (Kopp et al. 2001);“ (BGE 2020j, S. 162)

Eine detaillierte Auswertung von Bohrungsdaten im Datenbestand der BGE und weiteren geophysikalischen Daten wird im Schritt 2 der Phase I zur Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung durchgeführt.

3.5 Anwendung der Mindestanforderungen im Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO

Kernaussagen der Anmerkung des LfULG

„Im Lausitzer Granodioritkomplex und Meißener Pluton, Delitzscher Pluton, Erzgebirge, Granulitgebirge und Frankenberger Zwischengebirge sind großflächig Kristallingesteine verbreitet, die der Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a) entsprechen. Außerdem sind kleinräumigere Plutone, welche die Definition des kristallinen Wirtsgesteins ebenfalls erfüllen, im Vogtland, im Nordsächsischen Block und in der südlichen Phyllitzzone anzutreffen. Weite Teile der südlichen Phyllitzzone und des Nordsächsischen Blocks und außerdem die regionalgeologischen Einheiten Görlitzer Schiefergebirge, Lausitzer Grauwacken-Einheit, Doberlug-Torgau-Einheit, Ostthüringisch-Nordsächsische Einheit und Chemnitzbecken erfüllen die Wirtsgesteinsdefinition nicht (Abb. 13).“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 32)

Fachliche Einordnung: Fachlich nachvollziehbare Hinweise, die durch die angewendete Methodik für den ZBTG erklärt werden können. Die detaillierte Auswertung des LfULG enthält wertvolle Anmerkungen und Hinweise, die im weiteren Standortauswahlverfahren Berücksichtigung finden werden.

Begründung: Die genutzten Datengrundlagen zur Ermittlung des identifizierten Gebietes innerhalb des kristallinen Grundgebirges des Saxothuringikum in Sachsen ergab sich aus den methodischen Anwendungsprinzipien der BGE zur Anwendung der Mindestanforderungen im Rahmen von § 13 StandAG für das gesamte Bundesgebiet (vgl. Tabelle 2). Zur Anwendung der Mindestanforderungen wurden die vom LfULG gelieferten 3D-Modelle verwendet und Bereiche zwischen diesen 3D-Modellen wurden durch ein Tiefenmodell, das aus der Karte zur Tiefenlage des Grundgebirges von Reinhold (2005) abgeleitet wurde, sowie der GÜK 250 (BGR 2019), ergänzt. Zusätzlich wurden die vom LfULG gelieferten Schichtenverzeichnisse auf Vorkommen von kristallinem Wirtsgestein entsprechend der Begriffsbestimmung der BGE gefiltert (BGE 2020j).

Im nun anstehenden Schritt 2 der Phase I erfolgt auf Basis der ermittelten Teilgebiete die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung. Dafür werden auch bereits gelieferte Kartenwerke, 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. Zudem werden im Augenblick die Bohrakten von einigen Tausend Tiefbohrungen (> 300 m u. GOK), die noch nicht im Datenbestand der BGE sind, durch die Wismut GmbH gescannt und durch Dienstleister die ausführlichen Schichtenverzeichnisse in digitale Bohrdatenbanken überführt. Ausgewählte bohrlochgeophysikalische Messungen an interessanten und repräsentativen Tiefbohrungen in kristallinen Wirtsgesteinen sollen in diesem Zuge in LAS-Dateien konvertiert werden. Diese Daten sind eine wichtige Grundlage für die Bewertung von Teilgebieten in kristallinem Wirtsgestein in den mitteldeutschen Bundesländern Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Brandenburg.

Für die weitere fachliche Auseinandersetzung des seitens der BGE ermittelten Teilgebiets 009_00TG_194_00IG_K_g_SO wurde dieses durch das LfULG in regionalgeologische Einheiten mit einheitlichen lithologischen und strukturellen Eigenschaften untergliedert. Dabei hat das LfULG folgende Einheiten differenziert: Westerzgebirgische und vogtländische Granite, Chemnitzbecken, Granulitgebirge, Erzgebirge, Ostthüringische-Nordsächsische Einheit, Nordsächsischer Block, Wurzen-Caldera, Frankengerger Zwischengebirge, Meißeener Pluton, Lausitzer Granodiorit-Komplex, Lausitzer Grauwacken-Einheit und Görlitzer Schiefergebirge.

Davon wurden der Lausitzer Granodiorit-Komplex, der Meißeener Pluton, der Delitzscher Pluton, das Erzgebirge, das Granulitgebirge und das Frankengerger Zwischengebirge als Einheiten interpretiert, die seitens der BGE plausibel einem Teilgebiet zugeordnet wurden. Außerdem wurde die kleinräumigen Vorkommen von kristallinen Wirtsgesteinen im Nordsächsischen Block und im Vogtland als plausibel bestätigt. Die regionalgeologischen Einheiten Görlitzer Schiefergebirge, Lausitzer Grauwacken-Einheit, Ostthüringisch-Nordsächsische Einheit und Chemnitzbecken wurde als nicht plausibel identifiziert, weil die Gesteine dort nach Aussage des LfULG die Wirtsgesteinsdefinition für kristallines Wirtsgestein nicht erfüllen (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 32).

Die Hinweise des LfULG werden aktuell seitens der BGE detailliert überprüft. An dieser Stelle gehen wir daher nur exemplarisch auf die Einheiten „Görlitzer Schiefergebirge“ und den „Lausitzer Granodiorit-Komplex“ und dessen Abgrenzung zur „Lausitzer Grauwacke-Einheit“ ein.

3.5.1 Görlitzer Schiefergebirge

Kernaussagen der Anmerkung des LfULG

„Eine tektonische Interpretation des Görlitzer Schiefergebirges als Akkretionskeil vor dem Lausitzer Block (Göthel, 2001) legt nahe, dass die Einheiten des Görlitzer Schiefergebirges strukturell neben den Gesteinen der Lausitz liegen. Die Bohrungsdaten stimmen mit dieser Interpretation überein. Nördlich der Innerlausitzer Störung, welche die Grenze des Schiefergebirges zum Lausitzer Granodioritkomplex bildet, wurden keine Kristallingesteine erbohrt.

Im Bereich des Görlitzer Schiefergebirges kann weder kristallines Wirtsgestein nachgewiesen noch aufgrund des tektonischen Settings der Einheit erwartet werden. Die Ausweisung der Region als Teilgebiet ist nicht nachvollziehbar.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 25, 26)

Fachliche Einordnung: Fachlich nachvollziehbare Hinweise, die durch die angewendete Methodik für den ZBTG erklärt werden können.

Begründung: Die Anwendung der Mindestanforderungen erfolgte im Rahmen von § 13 StandAG über einen stratigraphischen Ansatz, d. h. das Wirtsgestein nimmt nur einen Teil der betrachteten Einheit, hier der großstrukturellen Einheit des Saxothuringikums, ein. Die aus dieser Methodik resultierenden Ergebnisse sind damit generell überschätzend, weisen also zu große identifizierte Gebiete aus.

Die detaillierte Auswertung des LfULG enthält wertvolle Anmerkungen und Hinweise, die im weiteren Standortauswahlverfahren Berücksichtigung finden werden. Um an diesem Punkt exemplarisch die Aussagen des LfULG Sachsens nachzuvollziehen, dass im Bereich des Görlitzer Schiefergebirges weder kristallines Wirtsgestein nachgewiesen, noch aufgrund des tektonischen Settings der Einheit erwartet werden kann, wurde eine Detailbetrachtung der Bohrungsdaten und der GK400 des LfULG Sachsens vorgenommen. Dabei handelt es sich um einen Arbeitsstand, der hier exemplarisch dargestellt ist, jedoch keine abschließende Bewertung darstellt.

Die Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt der GK400 des LfULG im Bereich des Görlitzer Schiefergebirges. Die Lage des Teilgebiets 009_00TG_194_00IG_K_g_SO ist grau schraffiert dargestellt. Südlich der Innerlausitzer Störung stehen Granodiorite und Granite, nördlich davon hauptsächlich paläozoische Gesteine des Görlitzer Schiefergebirges an. Weiter nördlich treten die mesozoischen sedimentären Abfolgen der Nordsudetischen Senke auf.

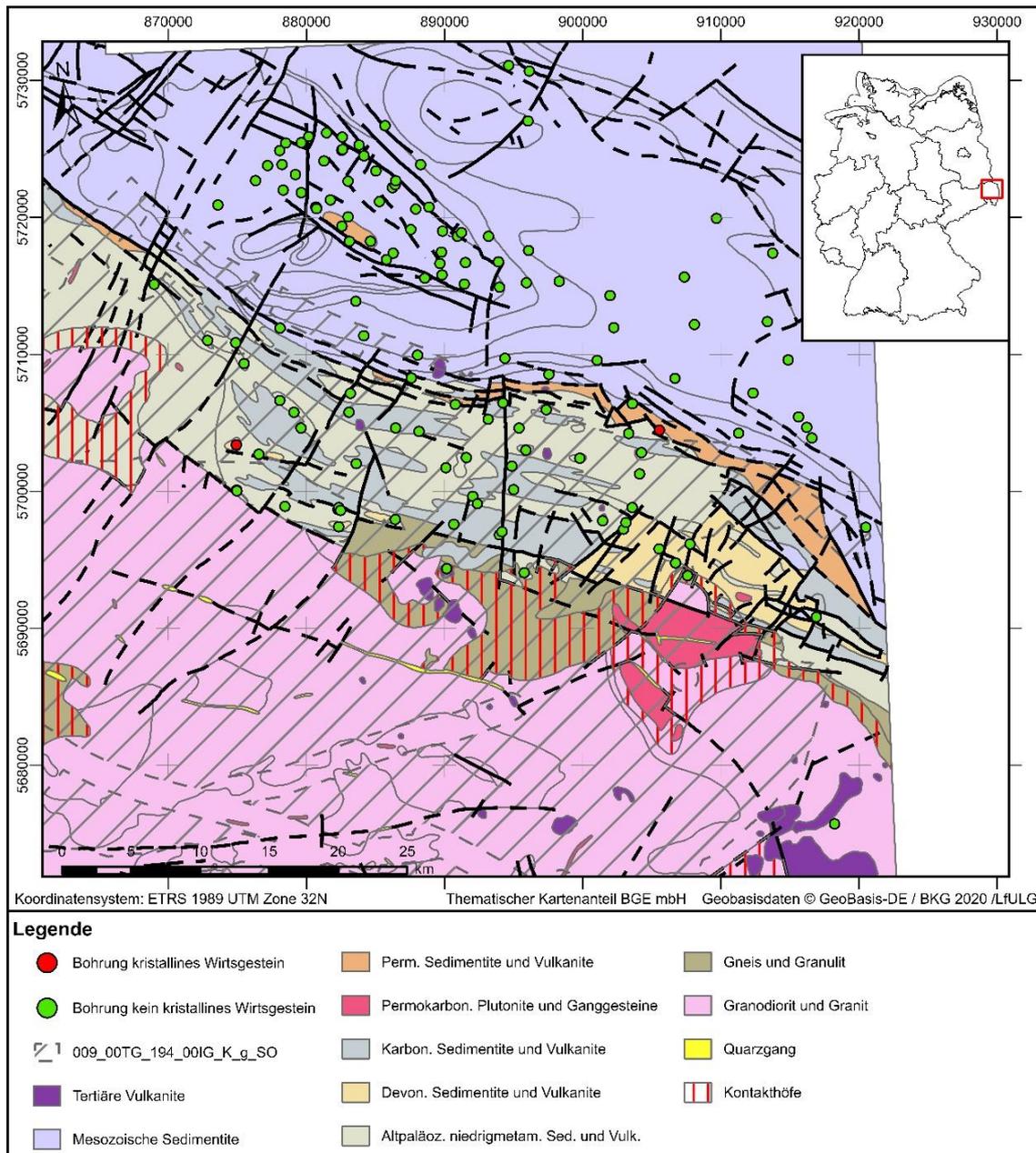


Abbildung 1: *Geologischer Ausschnitt aus der GK400 (LfULG, DokID_11839344_5) im Bereich des Görlitzer Schiefergebirges; geologische Einheiten und Legende wurden stark vereinfacht und schematisiert; grüne Punkte zeigen Bohrungsdaten, in denen keine kristallinen Wirtsgesteine im Sinne der Begriffsbestimmung der BGE vorkommen (BGE 2020j)*

Die BGE hat die Schichtenverzeichnisse aus Bohrungen im Bereich des Görlitzer Schiefergebirges vorläufig ausgewertet. Die Bohrungen im digitalen Datenbestand der BGE nördlich der Innerlausitzer Störung haben eine Mindestteufe von 300 m u. GOK MD (measured depth); die größte Endteufe liegt bei 819,7 m u. GOK MD (Bohrung B4/1963). Die digitalen Schichtenverzeichnisse wurden auf kristalline Wirtsgesteine gemäß Begriffsbestimmung (BGE 2020j) durchsucht. Die Filterung ergab, dass lediglich eine Bohrung, B16/1962, am westlichen Rand des Görlitzer Schiefergebirges in der Endteufe von

500 m u. GOK MD das potentielle kristalline Wirtsgestein Quarzit angetroffen hat. Nach der aktuellen Begriffsbestimmung (BGE 2020j) würden regionalmetamorphe Quarzite in der Amphibolit-Fazies grundsätzlich endlagerrelevante kristalline Wirtsgesteine darstellen. Die petrographische Bezeichnung „Quarzit“ in den verkürzten Schichtenverzeichnissen sagt jedoch nur aus, dass das Gestein überwiegend aus Quarz besteht und beschreibt im Regelfall ein metamorphes Gestein. Als „Quarzite“ können jedoch auch silifizierter Sandsteine, also hydrothermal veränderte Sedimentgesteine, beschrieben worden sein. Der Metamorphosegrad lässt sich in diesem Zusammenhang nur im Kontext der Nebengesteine und der Genese der geologischen Einheit ableiten. Bei genauerer Betrachtung des verkürzten Schichtenverzeichnisses der Bohrung B16/1962 wird klar, dass es sich hierbei um eine geringmächtige Einheit in einer (niedrigmetamorphen) Abfolge sedimentärer Gesteine (Quarzit und Quarzit-Tonschiefer) handelt.

Zusammenfassend können wir den Anmerkungen und Interpretationen des LfULG zum Görlitzer Schiefergebirge daher sehr gut folgen. Dieser Arbeitsstand wird im Rahmen der Arbeiten von Schritt 2 der Phase I weiterentwickelt.

3.5.2 Lausitzer Granodiorit-Komplex und dessen Abgrenzung zur Lausitzer Grauwacke-Einheit

Kernaussagen der Anmerkung des LfULG

„In der nördlichen Lausitz, nördlich des Granodioritkomplexes, kommen überwiegend neoproterozoische Grauwacken vor. Die Grenze beider Einheiten bildet ein NE-SW verlaufendes Lineament, welches sich von Ottendorf-Okrilla über Kamenz nach Knappenrode erstreckt (GK100 LJK, 1991).“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 26)

„Die Sedimentabfolge gilt generell als nicht-metamorph bis maximal anchimetamorph, wurde jedoch im Kontaktbereich zum Granodioritkomplex kontaktmetamorph thermisch überprägt. Nach der Wirtsgesteinsdefinition der BGE (2020a) sind diese Gesteine kein kristallines Wirtsgestein.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 26)

„Es gibt darüber hinaus auch keine Bohrungsdaten, die belegen, dass Plutone in die Lausitzer Grauwacken-Einheit intrudierten. Die Ausweisung dieser Region als Teilgebiet ist deshalb unplausibel.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 27)

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

Begründung: Der BGE ist bewusst, dass im Teilgebiet 009_00TG_194_00IG_K_g_SO neben kristallinen Wirtsgesteinen auch nicht endlagerrelevante kristalline Gesteine in Teufen > 300 m u. GOK vorkommen. Die neoproterozoischen Grauwacken selbst sind keine kristallinen Wirtsgesteine. Die Grenzen im Norden der Lausitzer Granodiorite zur Lausitzer Grauwacke sind eindeutig Intrusionskontakte, die durch die deutlichen kontaktmetamorphen Aureolen in den Lausitzer Grauwacken belegt sind.

Im Bereich des Lausitzer Granodiorit-Komplex und der Lausitzer Grauwacke-Einheit liegen der BGE bisher noch keine Bohrungsdaten vor, somit können nur die verfügbaren geologischen Überblickskarten ohne känozoische Überdeckung genutzt werden. Die geologischen Karten „Lausitz - Jizera - Karkonosze“ im Maßstab 1 : 100 000 (GK100 LJK) und im Maßstab 1 : 400 000 ohne känozoische Sedimente (GK400) geben Aufschluss über die Verbreitung von kartierten kontaktmetamorphen Gesteinen und Plutoniten in Gebieten wie der Lausitzer Grauwacken-Einheit oder in Nordwestsachsen im Nordsächsischen Block.

Geologische Geländeaufschlüsse mit kristallinen Wirtsgesteinen (Granodiorite oder Granite) sind auch nördlich der Linie Ottendorf-Okrilla–Kamenz–Knappenrode auf sächsischem Landesgebiet in der Lausitzer Grauwacken-Einheit bekannt (z. B. Steinbruch Schwarzkollm).

Es bietet sich an, ähnlich wie im Erzgebirge, Vogtland und im Nordsächsischen Block, auch im Bereich der Lausitzer Grauwacken-Einheit Hinweise auf cadomische (Lausitzer

Granodiorite) oder variszische Plutonite unter Überdeckung indirekt durch das Auftreten kontaktmetamorpher Gesteine abzuleiten. Die Berücksichtigung von kontaktmetamorphen Gesteinen, wie Hornfelsen und Fruchtschiefern, als Explorationsindikatoren für das Auftreten von intrusiven magmatischen Einheiten (Plutoniten), zeigt das Explorationspotential für kristalline Wirtsgesteine im Liegenden von Gesteinen der Lausitzer Grauwacken-Einheit, bis weit nach Brandenburg (siehe Abbildung 2).

Die Aussage des LfULG, dass in der Region der Lausitzer Grauwacken-Einheit pauschal keine kristallinen Wirtsgesteine bis in einen Teufenbereich von 1500 m u. GOK vorkommen, kann seitens der BGE daher nicht nachvollzogen werden.

Eine detaillierte Interpretation von geophysikalischen Daten unter Einbeziehung von Bohrungsdaten, den regionalgeologischen Kartenwerken mit ihren Explorationsindikatoren (kontaktmetamorphe Gesteine) auf Plutonite, könnten im Schritt 2 der Phase I bei der Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung von Bedeutung sein.

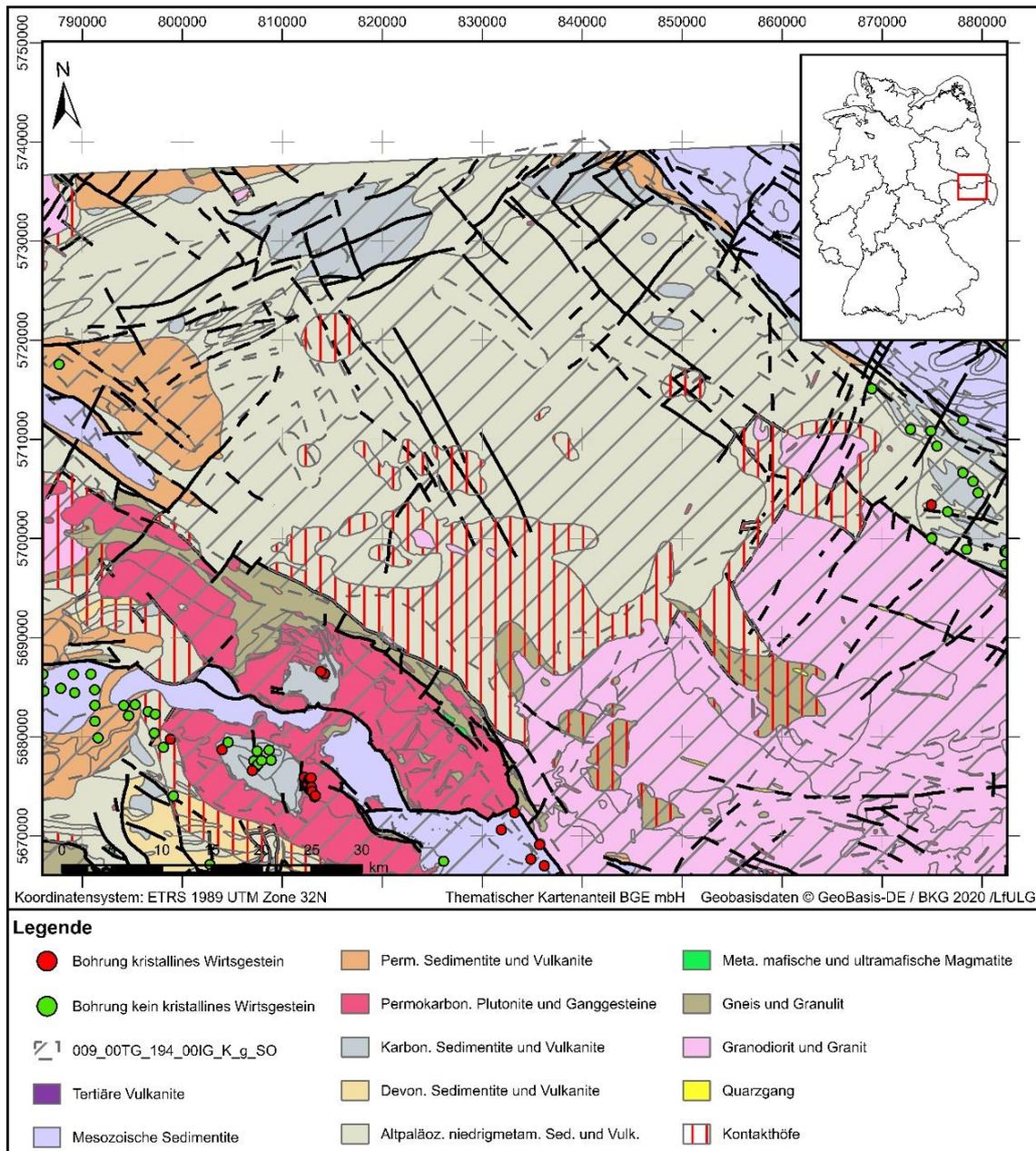


Abbildung 2: Geologischer Ausschnitt aus der GK400 (LfULG, DokID_11839344_5) im Bereich der Lausitzer Grauwacken-Einheit und des Lausitzer Granodiorit-Komplexes; geologische Einheiten und Legende wurden stark vereinfacht und schematisiert; rote Schraffur zeigt das Vorkommen von kontaktmetamorphen Gesteinen an

3.6 Abwägungskriterien in den großen Teilgebieten

009_00TG_194_00IG_K_g_SO und 008_01TG_204_01IG_T_f_kro

Kernaussagen der Anmerkung des LfULG

„Als Abwägungskriterien wurden einheitliche Literaturwerte für alle Lithologien innerhalb des variszischen Grundgebirges verwendet. Eine Unterscheidung zwischen günstigen und weniger günstigen Regionen war somit anhand der Abwägungskriterien nicht möglich. Analog wurde mit den Abwägungskriterien im Teilgebiet der Nordsudetischen Senke verfahren. Auch hier wurden Gesteine verschiedener Lithologie mit den gleichen Literaturwerten belegt, sodass keine Abwägung möglich war.“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) 2021, S. 32)

Fachliche Einordnung: Fachlich nachvollziehbare Hinweise, die durch die angewendete Methodik für den ZBTG erklärt werden können.

Begründung: Im Rahmen der Ermittlung von Teilgebieten (§ 13 StandAG) in Schritt 1 der Phase I wurden nur vorliegende Daten und Interpretationen aus Datenlieferungen der Bundes- und Landesbehörden und aus der Literatur verwendet. Da keine oder keine flächendeckenden ortsspezifischen Daten für die Kriterien 1 und 3 – 11 in dieser Datenmenge vorhanden waren, wurde auf Literaturwerte zurückgegriffen. Diese Verwendung ermöglichte eine einheitliche und sinnvolle Bewertung trotz heterogener Datenlage. Die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien, welche nach diesen Referenzdaten bewertet wurden, führten zu keiner Differenzierung innerhalb eines Wirtsgesteins. Dass keine Differenzierung innerhalb eines Wirtsgesteins anhand dieser Referenzdaten zustande kam, kann den Anschein geben, dass keine Abwägung durchgeführt wurde. Dies ist jedoch nicht der Fall, jedes geowissenschaftliche Abwägungskriterium wurde angewendet. Das StandAG gibt nicht vor, dass die Anwendung jedes Kriteriums differenzieren muss. Eine differenzierte bzw. gebietsspezifische Betrachtung der Kriterien, welche letztlich nach Referenzdaten bewertet wurden, hätte dazu führen können, dass Gebiete aufgrund einer besseren Datenlage im Vergleich zu anderen Gebieten ausgeschieden wären. Daher ist die oben beschriebene Anwendung anhand von Referenzdatensätzen sinnvoll.

Schlussendlich muss die Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien einordnen, ob für ein Teilgebiet eine günstige geologische Gesamtsituation vorliegt oder nicht. Diese Einordnung wurde durch die Anwendung der Referenzdatensätze für die Kriterien 1 und 3 – 10 und die gebietsspezifische Bewertung der Kriterien 2 und 11 gegeben.

Die Bewertungen der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien nach den wirtsgesteinsspezifischen Referenzdatensätzen werden im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens Schritt für Schritt durch Bewertungen mit ortsspezifischen Daten ersetzt werden. Das heißt, dass die Anzahl der nach Referenzdatensätzen bewerteten Kriterien abnehmen, während die Anzahl der ortsspezifischen bewerteten Kriterien zunehmen wird.

Darüber hinaus werden die Referenzdatensätze im zukünftigen Verlauf des Verfahrens weiterentwickelt. In Bezug auf die Repräsentativität der Referenzdatensätze für kristalline Wirtsgesteine sieht auch die BGE Verbesserungspotential. Die BGE startet deshalb gerade das FuE-Vorhaben AMPEDEK („Atlas der Mineralogischen und Petrophysikalischen Eigenschaften Deutscher Kristalliner Wirtsgesteine“). Ziel dieses Projektes ist es, eine funktionale Datenbank über kristalline Wirtsgesteine für die Bedürfnisse der BGE zu erstellen. Auf der Grundlage einer wissenschaftlichen Studie sollen die zum ZBTG veröffentlichten Referenzdatensätze erweitert werden. Dabei sollen sich die erfassten petrophysikalischen, mineralogischen, mechanischen und thermophysikalischen Datensätze auf kristalline Wirtsgesteinstypen in Deutschland beschränken um die Repräsentativität der Referenzdatensätze zu maximieren. Informationen zu diesem Projekt und weiteren Forschungsvorhaben der BGE werden zeitnah auf der Homepage der BGE (<https://www.bge.de/de/endlagersuche/forschung/>) veröffentlicht.

4 Literatur

- Andreani, L., Stanek, K. P., Gloaguen, R., Krentz, O. & Domínguez-González, L. (2014): DEM-Based Analysis of Interactions between Tectonics and Landscapes in the Ore Mountains and Eger Rift (East Germany and NW Czech Republic). Remote Sensing, Bd. 6, S. 7971-8001. DOI: 10.3390/rs6097971
- 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
- BGR (2019): *Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:250.000 (GÜK250)*. 1:250.000. 2. Aufl. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).
- Doornenbal, H. & Stevenson, A. (Hrsg.) (2010): *Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area: A complete overview of the geological development from Precambrian to Holocene, hydrocarbons exploration and exploitation*. Houten: EAGE Publications b. v. ISBN 9789073781610
- Milewicz, J. (1997): *Upper Cretaceous of the North-Sudetic depression (litho- and biostratigraphy, paleo-geography, tectonics and remarks on raw material)*. Prace Geologiczno-Mineralogiczne. Acta Universitatis Wratislaviensis, Bd. 61, S. 1-58
- Musstow, R. (1968): *Zur Stratigraphie und Paläogeographie der Oberkreide und des Albs in Ostbrandenburg und der östlichen Niederlausitz*. Geologische Beihefte, Bd. 61, S. 1-71
- Musstow, R. (1976): *Oberkreide: Cenoman bis Maastricht*. 1:500000. Berlin: Zentrales Geologisches Institut. Lithologisch-paläogeographische Karte der DDR
- Reinhold, K. (2005): *F+E Endlagerung - Tiefenlage der "Kristallin-Oberfläche" in Deutschland*. Geotechnischer Bericht. Berlin: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) (2021): *Fachstellungnahme des LfULG zum „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG“ der Bundesgesellschaft für Endlagerung vom 28.09.2020 – zur Betroffenheit des Freistaates Sachsen*. LfULG. Freiberg

- Tröger, K.-A. (2011): *Postvariszisches Deckgebirge: Kreide – Oberkreide*. In: W. Pälchen & H. Walter (Hrsg.): *Geologie von Sachsen I: Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte*. 2. Aufl., S. 311-358, Stuttgart: Schweizerbart. ISBN 978-3-510-65270-9
- Voigt, T. (2015): *Kreide*. In: W. Stackebrandt & D. Franke (Hrsg.): *Geologie von Brandenburg*. S. 240-256, Stuttgart: Schweizerbart. ISBN 978-3-510-65295-2

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